



EESTI MAAÜLIKOOL
Majandus- ja sotsiaalinstituut

Liina Kuusik

**KARTULIJÄÄKIDE TEKKIMINE JA NENDE
VÄÄRINDAMISE VÕIMALUS LÕUNA-EESTIS**

**THE FORMATION OF POTATO RESIDUES AND THE
POSSIBILITY OF VALORIZATION IN SOUTHERN ESTONIA**

Magistritöö

Ökonoomika ja ettevõtluse erialal

Juhendaja: professor Rando Värnik, Dr (Econ)

Tartu 2021

EESTIKEELNE LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006			
Autor: Liina Kuusik		Õppekava: Ökonoomika ja ettevõtlus	
Pealkiri: Kartulijääkide tekkimine ja nende väärindamise võimalus Lõuna-Eestis			
Lehekülgi: 77	Jooniseid: 20	Tabeleid: 10	Lisasisid:11
Osakond: Majandus- ja sotsiaalinstituut			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: S187			
Juhendaja: Rando Värnik			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2021			
<p>Biomajandusel on oluline roll tagamaks säästev areng. Biomajanduse kõrval on tähtis mõelda ka ringbiomajandusele, et väärindada tootmisel tekkivad jäägid ja kõrvalsaadused. Kartulikasvatustes tekivad kaod ja jäägid sorteerimisel, hoiustamisel, pakendamisel, koorimisel ja tarbimisel. Magistritöö keskendub kartulikadude ja jääkide tekkimisele Tartu, Võru, Jõgeva, Viljandi ja Põlva maakonnas ja nende väärindamisele kartulikoortest ekstrakti tootmisel.</p> <p>Uurimistöö eesmärk on välja selgitada, kas Lõuna-Eesti viies maakonnas tekib kartulikadusid ja -jääke piisavalt, et kartulikoortest toodetud ekstrakti toota hinnaga, millega on võimalik ekstraheerimistehase efektiivne toimimine.</p> <p>Kadude ja jääkide välja selgitamiseks saadeti ankeetküsitlus kolmele sihtrühmale – kartulikasvatajad, kartulitöötajad ja kartulitarbijad.</p> <p>Töö tulemusel selgus, et kartulikadusid tekkis kartulikasvatajatel 2020. aastal kokku 3324,62 tonni, kartulitöötajatel 604,44 tonni ja kartulitarbijatel 0,55 tonni. Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmise arvestamisel võeti eesmärgiks väärindada kartulikasvatajatel tekkiv kartulikoorte kogus, mida oli 2020. aastal üle 400 tonni.</p>			

Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmiskulud olid 400 tonni väärimisel 5,64 €/l ja ühe kuu keskmine ekstrakti toomismaht 10 318 liitrit.

Edasistes uuringutes on võimalik uurida, milline oleks ekstrakti liitri hind, kui tehasesse integreerida ka etanooli ja biogaasi tootmine, et väärimada kõik kartulikasvatavate ja -töötlevate kartulikaod ja -jäätmel ning kasutada ära ekstraheerimisel tekkivad jäätmel.

Märksõnad: ekstraheerimine, kartul, biomajandus, ringbiomajandus, kartulijäägid, kartulikoortest toodetud ekstrakt.

ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Liina Kuusik		Specialty: Economics and Entrepreneurship	
Title: The formation of potato residues and the possibility of valorization in southern Estonia			
Pages: 77	Figures: 20	Tables: 10	Appendixes: 11
Department: Institute of Economics and Social Sciences Field of research and (CERC S) code: S187 Supervisor: Rando Värnik Place and date: Tartu 2021			
<p>The bioeconomy has an important role to play in ensuring sustainable development. Moreover, in addition to the bioeconomy, it is important to think about the circular bioeconomy in order to add value to production residues and by-products. In the potato industry, losses and residues occur with sorting, storage, packing, peeling and consumption. The master's thesis focuses on the potato losses and residues in Tartu, Võru, Jõgeva, Viljandi and Põlva counties and their valorization through potato peel extract.</p> <p>The aim of the master's thesis is to reveal whether enough potato losses and residues occur in five southern Estonia counties to produce potato peel extract with a unit price that allows the efficient operation of the extraction factory.</p> <p>To find out the losses and residues, a questionnaire was sent to three target groups; potato growers, potato processors and potato consumers. From the results, losses and residues in 2020 were: potato growers 3324.62 tons, potato processors 6024.44 tons and potato consumers 0.55 tons. The aim was to valorize potato peels from potato growers, which were over 400 tons in 2020, in order to calculate the cost of manufacturing.</p> <p>The cost of manufacturing was 5.64 € per liter and the average monthly production was 10,318 liters of extract.</p>			

In further research it should be possible to examine the cost of manufacturing when ethanol and biogas production is integrated into the factory in order to valorize all residue and by-product resources in the potato industry.

Keywords: extraction, potato, bioeconomy, circular bioeconomy, potato residues, potato peel extract.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	8
1. KARTULIKASVATUS EESTIS JA KARTULIKADUDE NING -JÄÄKIDE VÄÄRINDAMINE.....	11
1.1. Biomajandus ja biomassi väärindamise olulisus	11
1.2. Kartulikasvatuse ülevaade Eestis	15
1.2.1. Kartulikasvatuse ajalugu Eestis.....	15
1.2.2. Kartulikasvatus Eestis aastatel 2000 kuni 2020	16
1.3. Kartuli kasutusvõimalused.....	23
1.4. Kartulikaod ja -jäägid ning nende väärindamise võimalused	25
1.5. Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmistehnoloogiad.....	30
1.6. Kartulikoortest toodetud ekstrakti omadused ja kasutusvõimalused	35
2. KARTULIKOORTEST TOODETUD EKSTRAKTI TOOTMISVÕIMALUSED LÕUNA-EESTIS.....	37
2.1. Uurimistöö metoodika ja kasutatavad andmed	37
2.2. Kartulikoorte ja -jääkide potentsiaalne ressurss Tartu, Jõgeva, Viljandi, Võru ja Põlva maakonnas	38
2.2.1. Kartulikasvatajate ja -töötajate kartulikoorte ja -jääkide ressurss Lõuna-Eesti maakondades	39
2.2.2. Kartulitarbijate kartulikoorte ja -jääkide ressurss Lõuna-Eesti maakondades ...	43
2.3. Kartulikoortest tehtud ekstrakti tootmisvõimalused Lõuna-Eestis	44
2.3.1. Kartulikoorte ekstraheerimistehase asukoht ja biomassi logistika	44
2.3.2. Kartulikoorte ekstraheerimise tootmiskulud	46
3. TULEMUSED JA ARUTELU	50
KOKKUVÕTE	52
KASUTATUD KIRJANDUS	54
LISAD	61
Lisa 1. Kartuli ressurss ja kasutamine aastatel 2000-2020 tonnides (PM31)	62
Lisa 2. Kartuli koristuspind, saak ja saagikus maakonniti aastal 2020. (PM0281)	63
Lisa 3. Küsitlus kartulikasvatajatele	64
Lisa 4. Küsitlus kartuli tarbijatele	66
Lisa 5. Küsitlus kartuli töötajatele	68
Lisa 6. Koorti Kartul OÜ toode „Minikartul Penni“ (autori koostatud)	70
Lisa 7. Äripind, Pajumaa, Tammistu, Tartu vald (kv.ee, 2021)	71
Lisa 8. Tootmisliini masinate tehnilised näitajad ja hinnad ja tootmiskulu €/l kohta.	74
Lisa 9. Külgekardinaga veok Scania R450 (Autoline..., s.a; lkf.ee, s.a)	75

Lisa 10. Tammistu-Kastre-Veriora-Võru-Põltsamaa marsruut (Google Maps, 2021; autori koostatud)	76
Lisa 11. Lihtlitsents.....	77

SISSEJUHATUS

Säästva arengu tagamine on üks olulisi väljakutseid sel aastakümnel. Selleks, et leevendada globaalset kliimakriisi, tuleb igas valdkonnas vaadata üle senine tegevus. Säästva arengu põhimõtte hõlmab endas sotsiaal-, majandus-, ja keskkonnavaldkonna arendamist kooskõlas (Säästev ..., 2019). Majanduslikust aspektist tähendab see, et majanduslik konkurentsivõime on tagatud loodusvarade mõistlikul kasutamisel. Sellest tulenevalt on ÜRO Toidu- ja Põllumajandusorganisatsioon koostanud 17. eesmärgist koosneva “2030 Agenda”, kus 2. eesmärgiks on nälja kaotamine, toiduga kindlustatuse saavutamine ja säästva põllumajanduse toetamine ja 12. eesmärgiks on säästva tootmise ja tarbimise tagamine. Eesmärkides on kirjeldatud vajadust vähendada 2030. aastaks jaekaubanduses ja tarbimises toidujäätmete hulka poole võrra ja toidu kadu tootmis- ja tarneahelas, sealhulgas ka saagikoristustel tekkivaid kadusid (United..., s.a).

Ülemaailmselt on toidukao osakaal tarbimisel ligikaudu 35%. Toidukadu tootmisprotsessis moodustab ülemaailmselt ligikaudu 24% ja hoiustamise ning käsitlemise etapis 24%. Arenenud piirkondades on toidu raiskamine tarbimise etapis suurem ja arengumaades tootmisel, hoiustamisel ja käsitlemisel. (Lipinski jt, 2013: 7) Selleks, et toetada säästlikku arengut, tuleb biojäätmete hulka vähendada. Paraku ei ole võimalik teatud sektorites viia jäätmeid ja kadusid miinimumini. Seetõttu on oluline leida viise, kuidas tekkivaid biojäätmekadusid vähendada.

Saagikoristusel tekkivaid kadusid on proovitud erinevate meetmete rakendamisega minimeerida. Näiteks kartulikasvatustes kasutatakse sertifitseeritud seemnekartulit, taimekaitsevahendeid haiguste ja kahjurite tõrjeks, maaparandust liigniiskuse tekke vältimiseks, masinapargi uuendamist jms (Mes Nõuande..., 2014). Nii on suudetud tõsta kartuli saagikust ja vähendada kadu saagi koristusel. Siiski pole veel suudetud kartulikasvatustes kadusid täielikult vältida nii saagi koristamisel, sorteerimisel, pakendamisel, säilitamisel kui ka transpordis.

Põllumajanduslikku biomassi peetakse võrreldes teiste biomassi liikidega muutliku ja madalama kvaliteedi tõttu problemaatiliseks kaubaartiklik. Seetõttu on põllumajandusliku

biomassi väärindamine läbi agroenergeetilise ahela suure kohaliku mõjuga ja parandab ka energiavarustuskindlust. (Annuk jt, 2011; 92) Sellest tulenevalt on vajalik biomassi väärindada kohalikult.

Kartulikasvatustes tekib kadusid ja jäätmeid sorteerimisel, hoiustamisel, pakendamisel, koorimisel, tarbimisel jne. Kartulikadude ja jääkide teke võib ulatuda hinnanguliselt 30-50%-ni ja kuna antud jäätmed kaotavad riknemise järel kvaliteeti, tuleb leida viis, kuidas need võimalikult efektiivselt ära väärindada.

Uurimisprobleemist lähtuvalt on magistritöö eesmärk selgitada, kas Lõuna-Eesti viies maakonnas tekib kartuli biomassi piisavalt, et toota kartulikoortest toodetud ekstrakti ühiku hinnaga, millega on võimalik ekstraheerimistehase efektiivne toimimine.

Magistritöös püstitatud uurimisülesanneteks on:

- 1) Selgitada biomassi väärindamise olulisust
- 2) Anda ülevaade kartulikasvatusest Eestis.
- 3) Anda ülevaade kartulikadude ja -jääkide väärindamisest.
- 4) Selgitada Viljandi, Võru-, Põlva-, Tartu- ja Jõgevamaa kartulitootjatel, -töötlejatel ja -tarbijatel tekkiv kartulikadude ja -jäätmete kogus.
- 5) Leida logistiliselt parim asukoht kartulikoorte väärindamiseks Lõuna-Eestis.
- 6) Arvutada kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmiskulud.

Magistritöö on koostatud peamiselt teiste ja esmaste andmetega. Hinnangu andmiseks biomassi kogusele on küsitletud kartulikasvatajaid, -töötlejaid ja -tarbijaid.

Töö teoreetiline osa on koostatud kirjandusallikate abil, kus antakse ülevaade biomassi väärindamise olulisusest, kartulikasvatusest Eestis, kartuli väärindamisest ja kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmisest ning omadustest.

Töö empiirilises osas analüüsitakse kartulikasvatajatelt, -töötajatelt ja -tarbijatelt saadud vastuseid ning nende põhjal leitakse Lõuna-Eestis tekkiva kartuli biomassi kogus. Seejärel leitakse vastavalt biomassi kogusele ja asukohale sobivaim kartuli biomassi väärindamise tehase asukoht ja leitakse kartulikoorest tehtud ekstrakti omahind. Empiirilises osas

kirjeldatakse ka tootmisetappe planeeritavas tehases, tänu millele on tekkivate kulude üle täielik ülevaade.

Magistritöö annab ülevaate Eesti kartulikasvatusest, Lõuna-Eesti maakondades tekkiva kartuli biomassi kogusest ja vajadusest selle biomassi väärindamisel. Ka on oluline põhjus antud töö koostamiseks see, et olukordades, kus kartuli siseriiklik tarbimine väheneb, turuhind on madal, kartuli töötlemisel tekib palju jääke, on nii kartuli kasvatajatel, -töötajatel kui ka -tarbijatel võimalus kartuli jääke väärindada. Autor leiab, et magistritöö annab antud sektoris ettevõtjatele lahenduse, kuidas seda teha.

1. KARTULIKASVATUS EESTIS JA KARTULIKADUDE NING -JÄÄKIDE VÄÄRINDAMINE

1.1. Biomajandus ja biomassi väärindamise olulisus

Biomajanduseks nimetatakse taastuvate bioloogiliste ressursside kasutamist toidu, materjalide ja energia tootmisel. (European..., s.a) Biomajandusega saavad olla hõivatud majandussektorid, mis kasutavad enda tegevuses bioloogilisi ressursse, näiteks metsamajandus, põllumajandus, kalandus, toidu-, kiu-, sööda-, paberi-, keemia-, energia-, biotehnoloogiatööstus jt. Kuigi kõikides biomajandusega seotud valdkondades on Euroopa Liidu tasandil koostatud ka strateegiad ja tegevusplaanid, on Euroopa Komisjonil eesmärk biomajanduse alavaldkondi jõulisemalt edendada neid valdkondi ühendava strateegia loomisel. Nii on võimalik siduda omavahel erinevate sektorite huvid ja kooskõlastada üldiste biomajanduse eesmärkidega. (Analüüs ja ettepanekud..., 2015: 4)

Iga liikmesriik on kohandanud oma biomajanduse strateegia ressurssidele ja potentsiaalsele võimekusele vastavalt, mistõttu on riigiti erinevad vaatenurgad biomajanduse arendamisele. Paljud riigid (sh Holland, Saksamaa, Soome, Taani) on eesmärgiks seadnud eelkõige jätkusuutlikkuse ja konkurentsivõime kasvatamise. (Sealsamas)

Kui vaadelda biomajanduse käivet ja tööhõivet Euroopa Liidus, mis on vastavalt ligi 2 triljonit eurot ja kus on hõivatud ligi 22 miljonit inimest, on sektori arendamisel ühiskonnas oluline mõju. (Revision of... 2018: 2) Seetõttu on oluline leida võimalusi, kuidas biomassi väärindada nii, et lõppsaadus või -toode oleks võimalikult suure lisandväärtusega.

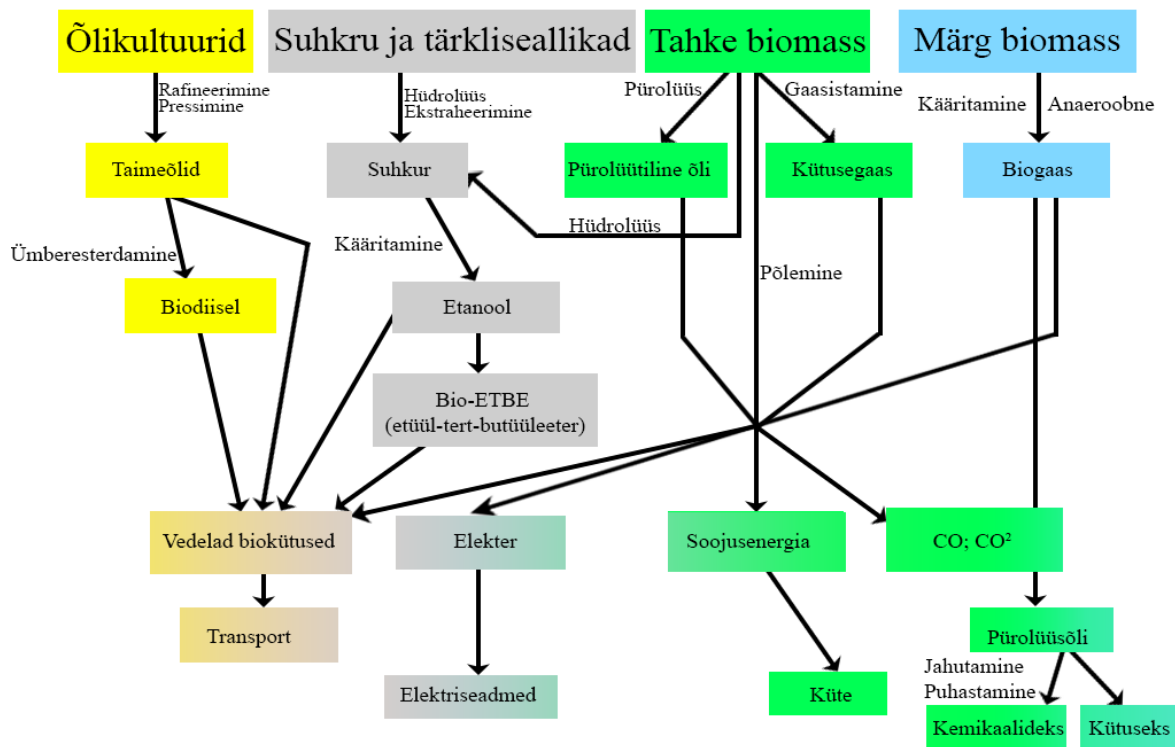
Eesti puhul on Maaeluministeerium toonud välja, et põhiliseks probleemiks on madal lisandväärtus biomajanduse sektorites. Inimese kohta loodud lisandväärtus biomajanduses on võrreldes Euroopa Liidu keskmisega madal. Sisuliselt ei kasutata ära efektiivselt kogu bioressurssi ja tootmispotentsiaali. (Analüüs ja ettepanekud..., 2015: 6) Euroopa keskmine loodav lisandväärtus hektari kohta 2010. aasta andmetel, mis sisaldab ka kõiki toetusi, va investeeringutoetusi, on 774 eurot hektari kohta, Eesti keskmine 329,6 eurot hektari kohta. (Sealsamas: 8) Seega Eesti keskmine hektari kohta loodav lisandväärtus on poole väiksem

Euroopa keskmisest. Seetõttu on oluline leida viise, kuidas hektari kohta saadavat lisandväärtust tõsta, et olla Euroopa turgudel konkurentsivõimelisem.

Üha rohkem on tähelepanu pööratud biomassi väärimisele. Näiteks on biomassist toodetud kütust hakatud järjest enam kasutama arenenud riikides elektri tootmisel ja transpordis. Kuna taastumatute ressursside varud, nagu nafta ja põlevkivi, on ammendumas, siis tuleb mõelda alternatiivsetele lahendustele. Biomassi kasutatakse laialdaselt toiduainetööstuses ja materjalitööstuses. Vaid väike osa biomassist läheb energiatööstusesse. Selleks, et üle minna fossiilsel toorainel põhinevalt majanduselt biomajandusele on vaja nii rahvusvaheliste institutsioonide, riikide valitsuste ja tööstussektorite koostööd kui ka ja biomajanduspoliitika strateegiate väljatöötamist (Lamers, 2016: 1).

Biomassist on võimalik töötlemise teel saada nii vedelaid biokütuseid kui ka kemikaale. Energia tootmisel tuleb lähtuda toorainest, mille omadused varieeruvad nii tiheduselt, energiasisaldusest, suuruselt, niiskusesisaldusest kui ka tootmise hooajalisusest (näiteks põllumajanduslike biomasside puhul). Seetõttu on paljud tööstustehnoloogiad üles ehitatud fossiilkütuste ja biomassi hübriidina, et juhul kui näiteks biomassi tarne peaks katkema, on alternatiivselt kasutusel fossiilkütused. (Sharma jt, 2014: 2)

Eri tüüpi biomasse on võimalik protsesside kasutamise teel muuta vedelateks biokütusteks. Samuti on võimalik toota biomassist erinevaid kemikaale. Õlikultuuridest nagu raps, soja, päevalilled on võimalik toota taimeõlisid, millest saab ümberestendamise teel biodiisli. Suhkrut ja tärklis sisaldavatest viljadest, nagu suhkrupeet ja kartul, on võimalik hüdrolyüsi ja ekstraheerimise läbi saada kätte suhkrud, mis kääritamise teel on võimalik muuta etanooliks ja etüül-ter-butüüleetriks. Tahke biomassi töötlemisel on võimalik põletamise teel kohe soojusenergiaks muuta või pürolüüsi läbi pürolüütiliseks õliks. Kui aga tahket biomassi näiteks hüdrolyüsida, saab sealt kätte suhkrud. Gaasistamise käigus on võimalik tahkest biomassist kätte saada vingugaas, vesinik ja metaan. Märjast biomassist on võimalik anaeroobselt ja kääritamise teel saada biogaasi. Kui vaadelda biomassi töötlemise ahelat, on võimalik kõigist biomassi liikidest lõpuks toota vedelaid biokütuseid. Samuti on võimalik töötlemise teel saada kätte ka keemilisi komponente, mida saab kasutada keemiatööstuses toorainena. (Joonis 1) Kartuli biomass on nii suhkru- ja tärkliseallikas, tahke biomass kui ka määrg biomass sõltuvalt selle kvaliteedist.



Joonis 1. Biomassi töötlemise ahel (Sharma jt, 2014: 6, autori koostatud).

Oluline on mõelda ka jäätmete ja tootmise kõrvalsaaduste väärimdamisele. Kuna põllumajanduses ja toiduainetööstuses tekib suurel hulgal biojääke, siis tuleb leida viise, kuidas neid biojääke kõige efektiivsemalt ära kasutada. Järjest enam on leitud erinevaid lahendusi, kuidas jääke kaasata aktiivselt nii energiatootmisesse kui ka keemiatööstusesse.

Ringbiomajandus hõlmab endas nii biomajandust kui ka ringmajandust. Biomajanduses kasutatakse bioloogilisi ressursse ja ringbiomajanduses väärimdatakse tootmisel tekkivaid kõrvalsaadusi ja jääke. Ringbiomajandus keskendub bioressursi säästvale ja ressursitõhusale väärimdamisele, kasutades ressursina jääke ja jäätmeid andes biomassile väärtuse. Nii saab keskenduda majanduslikele, keskkonnaalastele või sotsiaalsetele aspektidele. (Stegmann, 2020: 5) Seetõttu on oluline kasutada bioressurssidest ka tootmise kõrvalsaadusi ja jääke ning keskenduda kõrgema väärtusega lõpptoote saamisele, et toetada majanduslike, keskkondlike ja sotsiaalseid aspekte.

Hispaanias hakati uurima apelsinijääkidest etanooli tootmist. Valencia on Hispaania suurimaid apelsine kasvatav piirkond. Hinnanguliselt tekiks seal apelsinijääke üle 500 tuhande tonni, millest on võimalik toota ligikaudu 37,5 miljonit liitrit etanooli, mis

moodustaks ligi 16% Hispaania etanooli kogutoodangust. Apelsinist ja muudest tsitruselistest toodetud etanool vähendaks piirkonna transpordisektori süsiniku heitkogused ligi kolmandiku võrra. (Biopact..., 2007) See annab võimaluse biomassi väärandamisel kasutada piirkondlikke eripärasid ja keskenduda toorainele, mis on piirkonnas kättesaadav. Nii saab vähendada ka kulusid biomassi transpordile, mis omakorda vähendab CO² emissiooni.

Ka ühes teises Hispaania linnas Seville alustati apelsinide väärandamist 2021. aastal. Antud linnas on igakevadine probleem kõnniteede rohealal kasvavate mõruapelsinide saak, mis jääb pärast valmimist tänavatele ja tuleb ära koristada. Hinnanguliselt on see kogus linnas 5700 tonni. Varasemalt väärandati osa apelsinidest Suurbritannias, millest toodeti marmelaadi. Nüüd aga planeeritakse apelsinidest toota metaani, mille abil on võimalik valmistada elektrit. Apelsinid kogutakse kokku, kääratakse ja tekkinud metaanist on võimalik toota generaatori abil elektrit. Linna munitsipaalveefirma Emasesa käivitatud projekt kasutab esialgu 35 tonni puuvilju, et toota veepuhastusjaamale elektrit. Apelsine töödeldakse ümber olemasolevate seadmega, mis juba praegu toodavad elektrit orgaanilisest ainet. Eesmärgiks on luua ühtlasi biojäätmetele lisandväärtust, toetada jätkusuutlikku arengut ja võidelda kliimamuutuste vastu. (Burgen, 2021)

Tai teadlane uuris võimalusi, et jäätmeid töödelda ja avastas innovaatilise viisi, kuidas kanasulgedest tehtud pulbriga on võimalik toota toiduaineid. Kanasulgede jäätmete mahtu hindab ta olevat Euroopas ligikaudu 2,3 miljonit tonni. Antud viisi näeb teadlane lahendusena nii jäätmete probleemile kui ka toidupuudusele. (Kittisilpa, 2020) See näitab, et biomassist on võimalik võtta välja sobivad ained ja neist luua kõrgema väärtusega tooraine.

Biomassist on võimalik saada peale biogaasi, -kütuse ja etanooli kompostimise teel ka erinevaid kemikaale. Austria teadlased uurisid viisi, kuidas toota kartuli töötlemise jääkidest piimhapet. Kartuli töötlemisel tekivad kartulikaod ja -jäägid sorteerimisel, pesemisel, koorimisel, lõikamisel jne. Tekkinud jäägid moodustuvad peamiselt kartulikoorest, viljalihast ja vähesel määral kartulipulbast. Kartulikoore jääkide keskmine veesisaldus on 77-85%. Katse käigus imporditi kahest Hispaania kartulitöötlemise ettevõttest jääke, mis enne transporti kuivatati veesisalduseni ca 13%, et jäägid transportimisel säiliks. Kuivatades on võimalik kiiresti riknevat biomassi transportida ja see on lahendus hooajaliselt suures koguses tekkiva biomassi väärandamisele aastaringelt. Pärast laboris

tehtud mitmeid katseid järeldati, et kartuli töötlemisest tekkinud jääkidest on võimalik toota piimhapet. (Smerilli jt, 2006: 255-261) Piimhapet on kasutatud toiduainetööstuses näiteks hapendajana, säilitusainena, maitseainena, pH regulaatorina ja mikroobide kvaliteedi parandajana. Keemiatööstuses on piimhapet kasutatud ka neutraliseerijana, katlakivi eemaldavana ja pH regulaatorina. Piimhape sobib ka niisutajaks, aknevastastesse toodetesse, hambakivi vastu, nahka noorendavatesse ainetesse, mistõttu on seda võimalik kasutada kosmeetikatööstuses. Samuti saab piimhapet kasutada ka ravimitööstuses. (Ata jt, 2015: 730) Kartulijääkide väärindamine annab piimhappena olulise tooraine nii toiduaine-, keemia-, ravimi- ja kosmeetikatööstusesse.

Bioenergiaks ja biopõhiste toodete tootmiseks on võimalik kasutada toiduks mittekõlblikku biomassi ja tootmisjääke. Kuna põllumajanduses ja toiduainetööstuses tekib suurel hulgal jääke, siis biomassi väärindamisel on oluline roll. See aitab luua biojätmete lisandväärtust, toetab jätkusuutlikku arengut ja selle abil on toota ka suurema väärtusega toorainet.

1.2. Kartulikasvatuse ülevaade Eestis

1.2.1. Kartulikasvatuse ajalugu Eestis

Kartul kuulub maailmas tähtsaimate kasvatatavate toidukultuuride hulka - kartulit kasvatatakse enam kui 130 riigis, kartuli tarvitajaid on maailmas ca 1 miljard inimest. Kartul jõudis Euroopasse väidetavalt Tšiilist, kuna Euroopas levinud sordid on sealsete sortidega kõige sarnasemad. Eestisse jõudis kartul erinevate allikate kohaselt Venemaalt aastatel 1740-1760. Kartulit kasvatati põhiliselt mõisaaedades ja taluaedades ilutaimena. Alates 1840. aastast hakati kartulit kasvatama põldudel, mistõttu hakkas see laiemalt levima. Kartulit kasutati nii toiduks kui loomasöödana. (Hiisaar jt, 2002: 11, 17)

Kartuli tähtsus Eestis tõusis 19. sajandil, mil 1870-ndail hoogustus kartulikasvatus koos üldise põllumajanduse arenguga. Toidukartulit eksporditi põhiliselt Peterburgi, vähem Soome ja Rootsi. Põhja-Eestis hakati kartulit töötleva piirituseks. (Kivistik, 1995: 7)

Kartuli kasvupind Eestis oli 1940. aastal 83,2 tuhat hektarit, mis moodustas kogu põllumajandusmaast ligi 9%. Eesti taasiseseisvumise aastal 1991 oli kartuli kasvupind

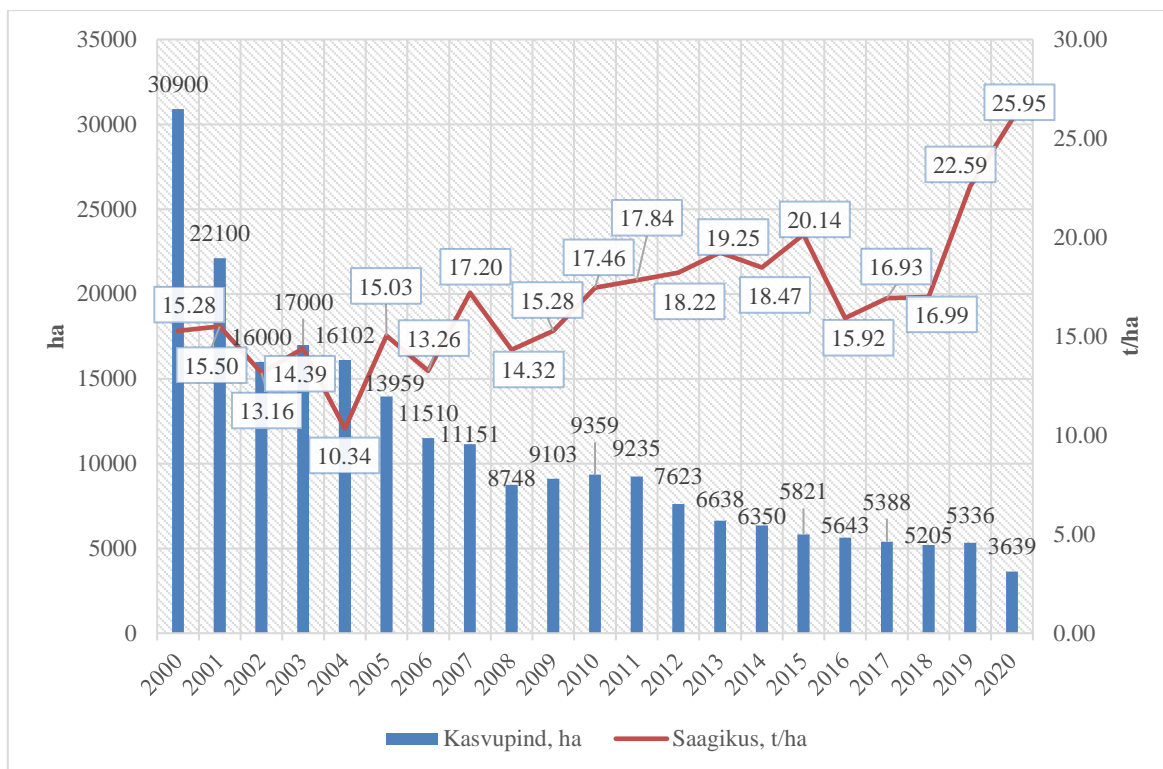
võrreldes 1940. aastal ligi poole väiksem, olles 46,3 tuhat hektarit. Ka kartuli saagikus vähenes, olles 1940. aastal 14,7 tonni hektari kohta ja 1991. aastal 11,4 tonni hektari kohta. (Sealsamas)

Eesti iseseisvumisega ja oma valuuta krooni tulekuga kadusid ära endised Nõukogude liidu eksportturud, sealhulgas ka kartuliturg. Muutumas oli siseturu tarbimine, mis esitas nõudeid kartulisortide valikule sõltuvalt tarbimise trendidest ja töötlemise viisist. Sisetarbimine oli väiksem kui kartulitootjate toodetud kogus. Kuna kartulisektoris oli ülepakkumine ja tarbijatel madal ostujõud, olid hinnad siseturul madalamad kui tootmiskulud. Lääne turg oli küll maksujõulisem, kuid kartulil olid kvaliteedinõuded, mida Eesti tootjad ei suutnud täita. Kartuli töötlemiseks oli vaja teha investeeringuid. 1990-ndatel oli välisturul konkurents, Euroopa turg oli kartulitootjatega küllastunud ning tootmise intensiivsus ja saagikus kõrge. (Sealsamas: 13)

Kartuli saagikuse, külvipinna ja kogusaagi langust peetakse turumajandusele ülemineku puhul loogilisteks tagajärgedeks. Majanduslikust aspektist vaadates saab seda põhjendada nõudluse langusega sise- ja välisturul, kartulikasvatuse paigutatud kapital ja töö on madala käibekiiruse tõttu pika tasuvusajaga ja määramatusega saagi realiseerimisel tootmistsükli lõppedes. (Sealsamas: 19)

1.2.2. Kartulikasvatus Eestis aastatel 2000 kuni 2020

Alates 2000. aastast iseloomustab kartulikasvatust Eestis kasvupinna vähenemine ja keskmise hektari saagikuse tõus. Kartuli kasvupind on vähenenud alates 2000. aastast kuni 2020. aastani üle kaheksa korra. Saagikus antud ajavahemikul on tõusnud 10,67 tonni võrra hektari kohta. Kartuli kasvupind on vähenenud 20 aastaga 27 261 hektari võrra, küll aga saagikus on tõusnud ligi 59%. (Joonis 2)

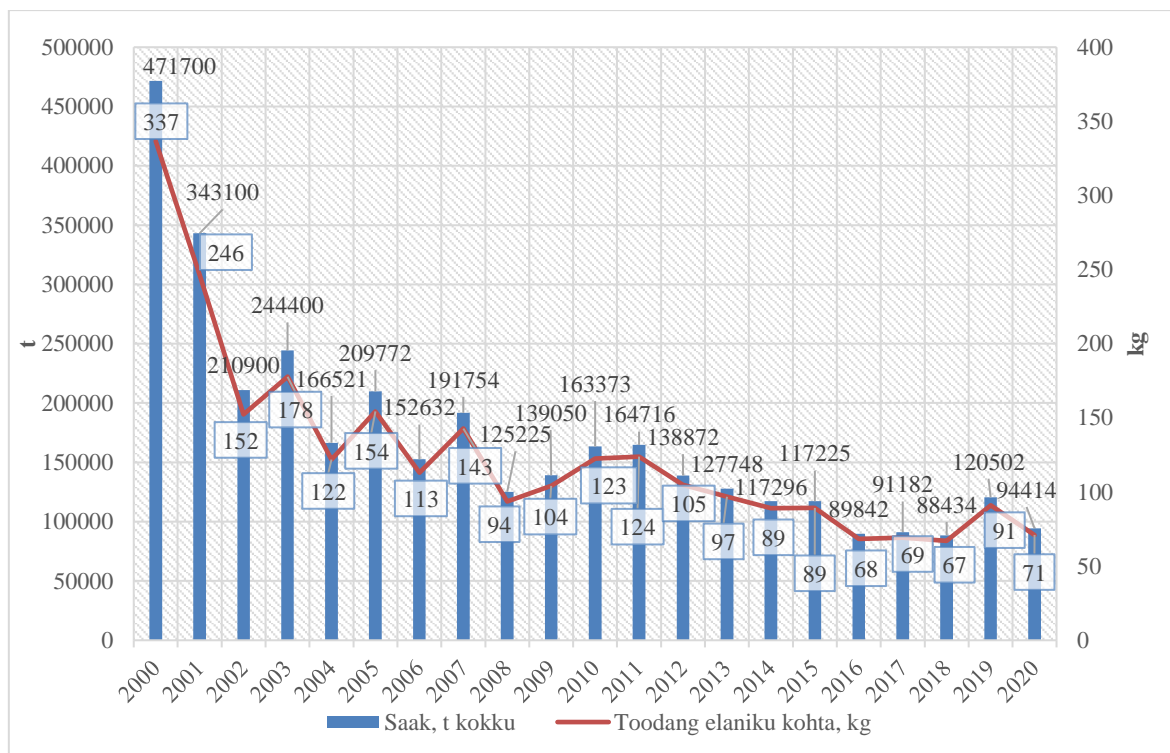


Joonis 2. Kartuli saagikus t/ha kohta ja kartuli kasvupind ha aastatel 2000 kuni 2020 (PM0281).

Kasvupinna muutusi saab iseloomustada väiketootjate ja hobikasvatajate tegevuse lõpetamisega, kuna kartuli saagikuse tagamine vajab investeeringuid uuematesse tehnoloogilistesse lahendustesse, väetamisse ja efektiivsesse kasvuahelasse haiguste tõrjesse. Väiketootjatel ei ole taoliste investeeringute jaoks piisavalt kapitali.

Ka kogutoodangu maht on vähenenud, olles 2000. aastal 471 400 tonni ja 2020. aastal 94 414 tonni, ehk 20 aastaga on toodangu maht vähenenud ca 80%. Sellest tulenevalt on vähenenud ka toodang ühe elaniku kohta, mis oli 2000. aastal 337 kg inimese kohta ja 2020. aastal 71 kg inimese kohta. Kõige suuremat kogutoodangu langust oli märgata 2002. aastal võrreldes 2001. aastaga, mil kogutoodangu maht vähenes 132 200 tonni. (Joonis 3) Kartuli kasvupind vähenes 2002. aastal võrreldes 2001. aastaga 6100 ha (Joonis 2).

Kartuli kasvupind on vähenenud, mis mõjutab kartuli kogusaaki. Samuti mõjutavad kogusaaki erinevad tegurid, mis on seotud ilmastikuoludega.



Joonis 3. Kartulisaak kokku ja toodang elaniku kohta 2000. kuni 2020. aastatel (PM0281; RV021).

Näiteks 2002. aasta kogusaagi vähenemine oli mõjutatud ebasoodsatest ilmastikuoludest. Tärgranud kartulit kahjustas mai lõpukuudel öökülm, juuni ja juuli sademeterohkus soodustas mugulate intensiivset kasvu ja samas 30-kraadine kuumus põhjustas keskpäeviti kartulipealsete närbumist. Samuti juuni alguses, kui mullas ei olnud piisavalt vett, moodustusid varasematel sortidel mugulad, mille arv jäi väikseks. Hilisemate sortide saagikust mõjutas augustikuu põud. (Laansalu, 2003: 10,11) Selliseid ilmastikuolusid on keeruline ette prognoosida, mistõttu ka sordi valik ei pruugi oluliselt päästa kogusaagi mahtu.

Kartulikasvatust Eestis iseloomustab negatiivne kaubandusbilanss, mis tähendab, et kartulit imporditakse rohkem, kui eksporditakse.

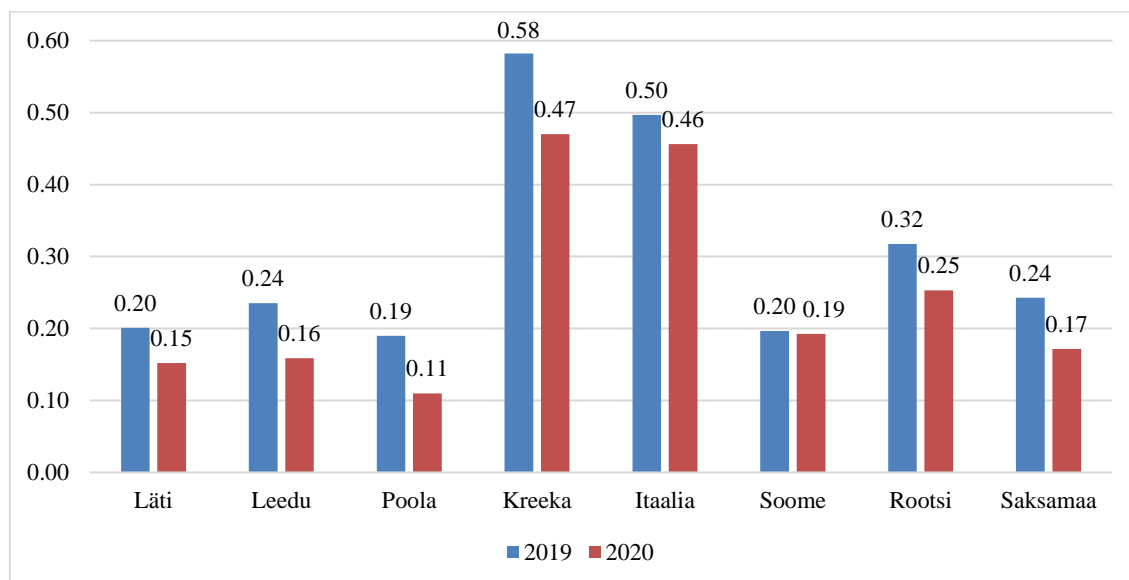
Suurem osa kartulist imporditakse Eestisse Euroopa Liidu riikidest - ligi 99%. Suurem osa kartulist eksporditakse samuti ka Euroopa Liitu, moodustades ligi 79-88% kogu kartuli ekspordist. Kõige suurem ekspordi ja impordi maht oli aastal 2019. Kartuli kaubavahetuse bilanss oli negatiivne, olles 2018. aastal -39 925 tonni, 2019. aastal -36 354 tonni ja 2020. aastal -32 531 tonni. (Tabel 1)

Tabel 1. Kartuli import ja eksport tonnides aastatel 2018-2020. (PM31; 2020)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Import, tonnides	35 284	36 647	43 865	49 648	51 372	45 132
Import Euroopa Liidust, tonnides	35 236	36 589	43 813	49 565	51 317	45 034
Eksport, tonnides	5235	8430	7488	9723	15 018	12 601
Eksport Euroopa Liitu, tonnides	4656	7376	6169	7756	13 320	11 113
Kaubandusbilanss, tonnides	-30 049	-28 217	-36 377	-39 925	-36 354	-32 531

Kartuli kogusaagist moodustas eksporditud kartul 2018. aastal ligi 10%, 2019. aastal 11% ja 2020. aastal ligi 12%. Imporditud kartul moodustas 2018. aastal 56,14% Eesti kogutoodangust, 2019. aastal 42,63% ja 2020. aastal 47,80%. Perioodil 2015-2020 on eksport pisut suurenenud. Kui võrrelda 2015-2020 ajavahemikul toimunud muutusi, on näha, et import on nende aastate jooksul kasvanud.

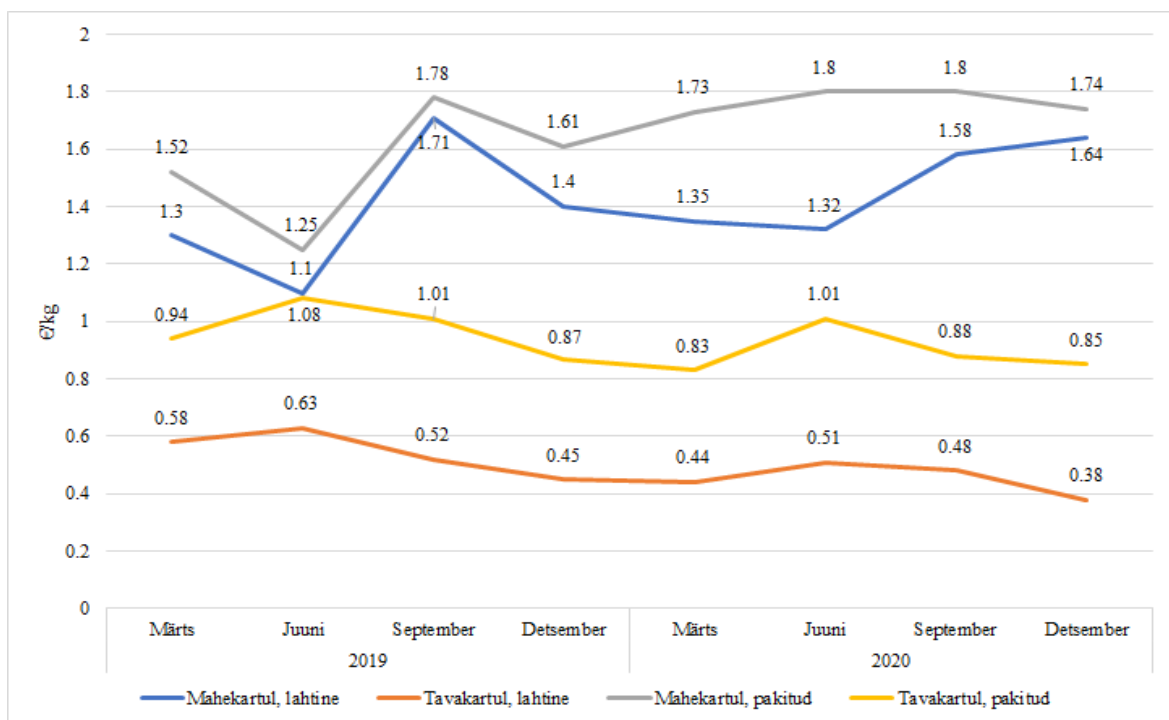
Kui võrrelda kartuli hindu Euroopa riikides, siis kõige odavam hind oli 2019. Poolas, 0,19 €/kg ja kõige kallim Kreekas, 0,58 €/kg. Kartuli hind võrreldes 2019. aastaga on 2020. aastaks langenud. Kõige odavam kartul oli 2020. aastal Poolas, olles 0,11 €/kg. (Joonis 4)

**Joonis 4.** Kartuli hind 1 kg kohta Euroopa riikides 2019. ja 2020. aastal (Eurostat, 2021).

Eesti naaberriikide Läti ja Leedu kartuli kg hind on langenud vastavalt 0,15 € ja 0,16 € kg kohta. Kuna suur osa kartulit imporditakse Euroopast, võib see mõjutada kartuli hinda Eestis ka kohalikul turul.

Lahtise tavakartuli keskmine jaehind on 2020. aastal võrreldes 2019. aastaga vähenenud. 2019. aasta märtsiga võrreldes oli 2020. aasta märtsis lahtise tavakartuli hind 0,14 € odavam. Kõige odavam hind oli lahtisel tavakartulil 2020. aasta detsembris. (Joonis 3) Lahtist kartulit ostavad eelkõige asutused, kus toimub toitlustamine suuremates mahtudes. 2020. aasta lahtise kartuli hinnale võisid mõju avaldada riiklikud piirangud seoses haridusasutuste ja toitlustusasutuste sulgemisega, kuna nõudlus antud kartulile vähenes.

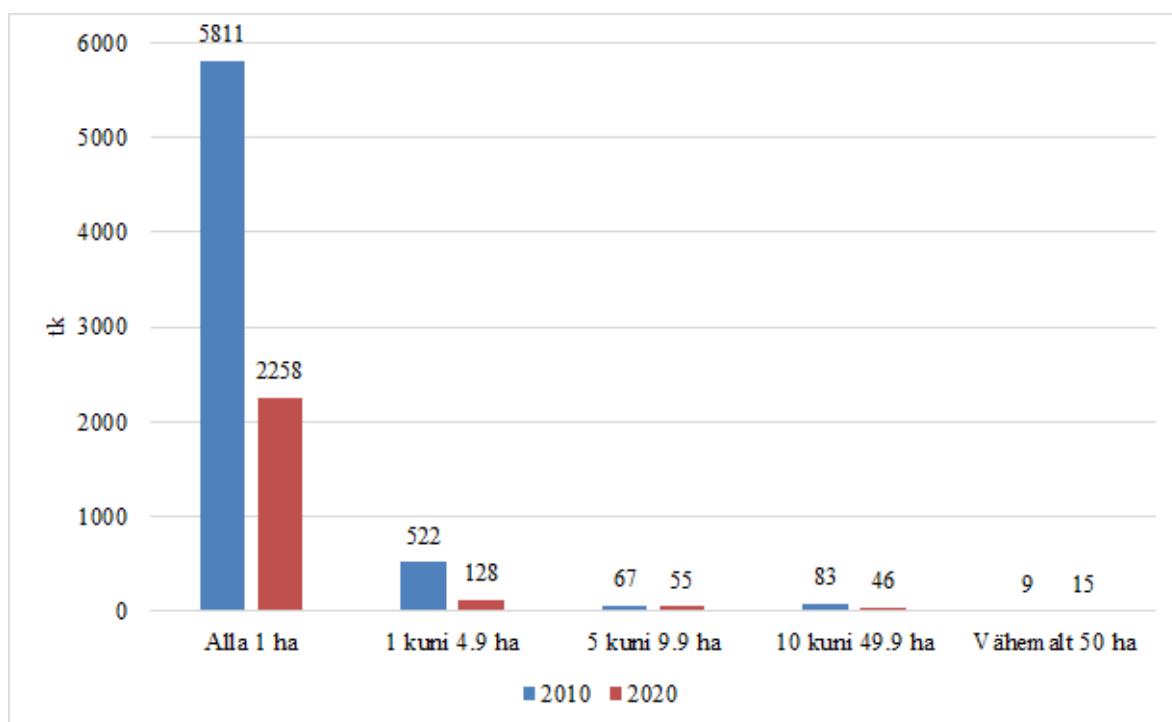
Pakendatud tavakartuli hind on ligi 2,5 korda kallim lahtisest kartulist. Antud kartuli jaehind ei ole võrreldes 2019. aastaga suures osas muutunud. Küll aga on toimunud hinnatõus nii lahtisel kui ka pakendatud mahekartulil. (Joonis 5)



Joonis 5. Keskmiste jaehindade võrdlus tavakartulil ja mahekartulil aastatel 2019 ja 2020, eurot/kg käibemaksuta (Eesti Konjunkturiinstituut, 2020).

Kui võrrelda ettevõtete arvu 2010. ja 2020. aastatel, siis on nii nende arvus kui ka struktuuris toimunud muutused. 2010. aastal oli põllumajanduslikke majapidamisi, mis tegelesid kartulikasvatusega, kokku 6492. Aastaks 2020 oli kartulikasvatajaid kokku 2502, mis tähendab, et 10 aastaga on kartulikasvatajaid vähenenud ligi 61%. Kõige rohkem on vähenenud nende kartulikasvatajate arv, kes kasvatavad kartulit vähem, kui 1 hektari suurusel maa-alal (3553 kasvataja võrra). Kasvatajate arv on vähenenud ka kasvupinna suurusklassides 1-4,9 ha, 5-9,9 ha ja 10-49,9 ha. Kartulikasvatajate arv, kelle kartuli

kasvatamiseks mõeldud põllumajandusmaa on üle 50 hektari, on 10 aastaga kasvanud 6 võrra. Kõige suurema osa kartulikasvatajatest moodustavad alla 1 hektari suurusel põllumajandusmaal kasvatajad, kes 2010. aastal moodustasid 89,51% kõigist kasvatajatest ja 2020. aastal 90,25%. Põllumajanduslikud majapidamised, mille kasvumaa oli 1-4,99 ha, moodustasid 2010. aastal 8,04% ja 2020. aastal 5,12% kõigist majapidamistest. Osakaal on kasvanud 5-9,99 ha suurusklassis, kus 2010. aastal moodustas see 1,03% kasvatajatest ja 2020. aastal 2,20%. Samuti on kasvanud ka 10 kuni 49,9 ha ja üle 50 ha kasvupinnaga ettevõtete osakaal kõigist kartulikasvatajatest, olles vastavalt 2010.aastal 1,28% ja 0,14% ning 2020. aastal 1,84% ja 0,60%. (Joonis 6) Seega on 2020. aastaks kasvanud üle 50 ha kasvupinnaga kartulikasvatajate arv ca 66%. Endiselt moodustavad suurima osa kartulikasvatajatest alla 1 hektari suuruse kasvupinnaga tootjad.

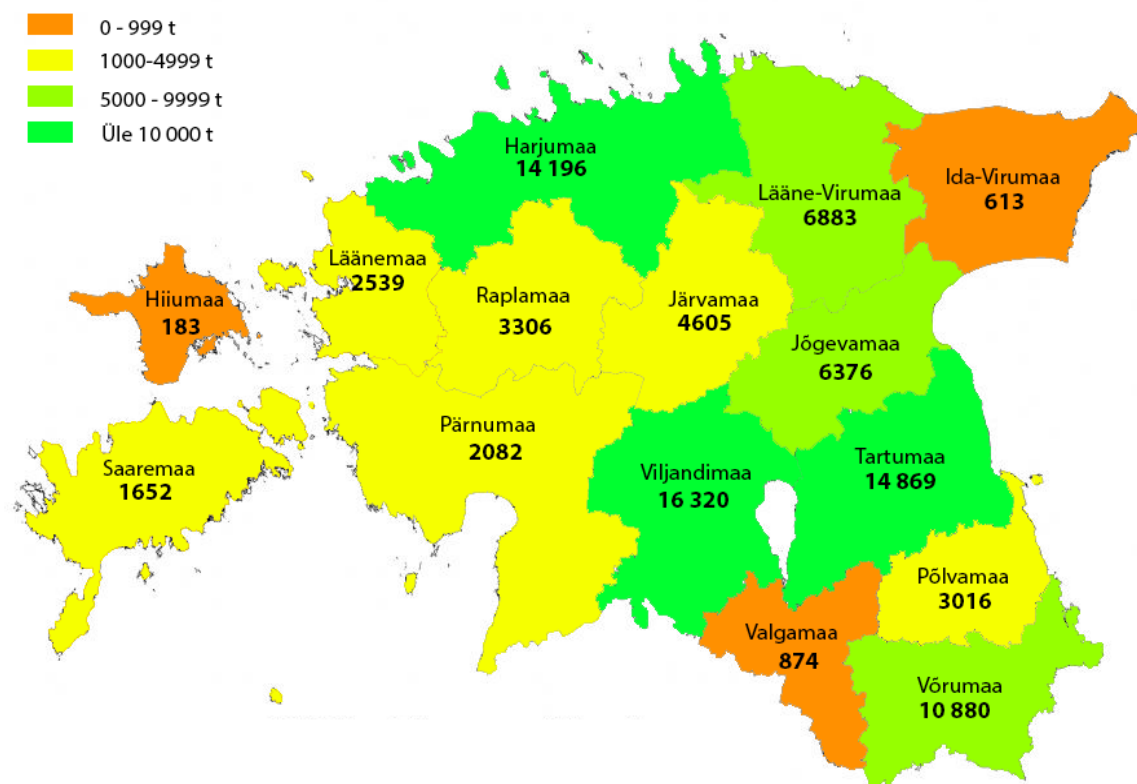


Joonis 6. Kartulikasvatusega tegelevate põllumajanduslike majapidamiste arv aastatel 2010 ja 2020 kasutatava põllumajandusmaa järgi (PMS147).

Aastate jooksul on inimeste kartuli tarbimisharjumused muutunud ja seetõttu on ka nõudlus vähenenud. Kuna tootmine koondub järjest enam suurtootjate kätte, on väiketootjatel keeruline konkurentsias püsida, sest nende investeerimisvõime agrotehnikasse, tootmissisenditesse jms ei ole suurtootjatega võrreldav.

Maakondade võrdluses on kõige suurem kartuli kasvupind Viljandi maakonnas, mis oli 2020. aastal 537 ha, järgnes Tartu maakond 528 ha ja Harjumaa 470 ha. Kõige väiksem kasvupind oli Hiiu maakonnas, 7 ha, Ida-Viru maakonnas 40 ha ja Valga maakonnas 50 ha. (Lisa 2)

Kogutoodangu jaotuses maakonniti moodustavad kõige suurema osa Viljandi, Harju ja Tartu maakondades tegutsevad tootjad. Viljandi maakonnas toodeti 2020. aastal 18,5% kogutoodangust, Tartu maakonnas 16,8% ja Harju maakonnas 16,1% kogutoodangust. Nende kolme maakonna kartuli kogutoodang moodustab üle poole Eesti kogutoodangust (ca 51,4%). Kõige vähem toodeti kartulit Hiiu, Ida-Viru ja Valga maakonnas, kus panus kogutoodangusse oli vastavalt 0,2%, 0,7% ja 1%. Võru-, Jõgeva- ja Lääne-Virumaa toodavad kogutoodangust ligikaudu 27,3%. (Joonis 7)



Joonis 7. Kartuli kogutoodang tonnides maakonniti 2020. aastal (PM028, 2021; Maa-amet, 2021; autori koostatud).

Ka saagikuse võrdluses olid Viljandi, Harju ja Tartu maakonnad Eesti keskmisest kõrgemad. Keskmine saagikus 2020. aastal oli 26,53 t/ha kohta, Viljandi maakonna saagikus oli 30,39

t/ha kohta, Harju maakonna saagikus 30,20 t/ha kohta ja Tartu maakonnas 28,16 t/ha kohta. Kõige väiksema saagikusega oli Ida-Viru maakond, 15,33 t/ha kohta. (Lisa 2)

Kuigi saagikus on aastate jooksul kasvanud, vähenes kartuli kogutoodang vähenenud võrreldes 2000. aastaga 2020. aastaks ligikaudu 80%. Seetõttu on selle sektori puhul eriti oluline anda toodangule maksimaalne väärtus töötlemise näol. Kuna kartulikaubanduse bilanss on negatiivne ja import moodustab suure osa Eesti kogutoodangust, siis see mõjutab ka jaehinda. Mahekartuli ja pakitud kartuli jaehind on lahtisest tavakartulist kõrgem. Kuna Eestis on keskmine lisandväärtus hektari kohta Euroopa keskmisest poole väiksem, siis tuleb leida viise, kuidas seda tõsta. Üheks võimaluseks on tooraine väärimine.

1.3. Kartuli kasutusvõimalused

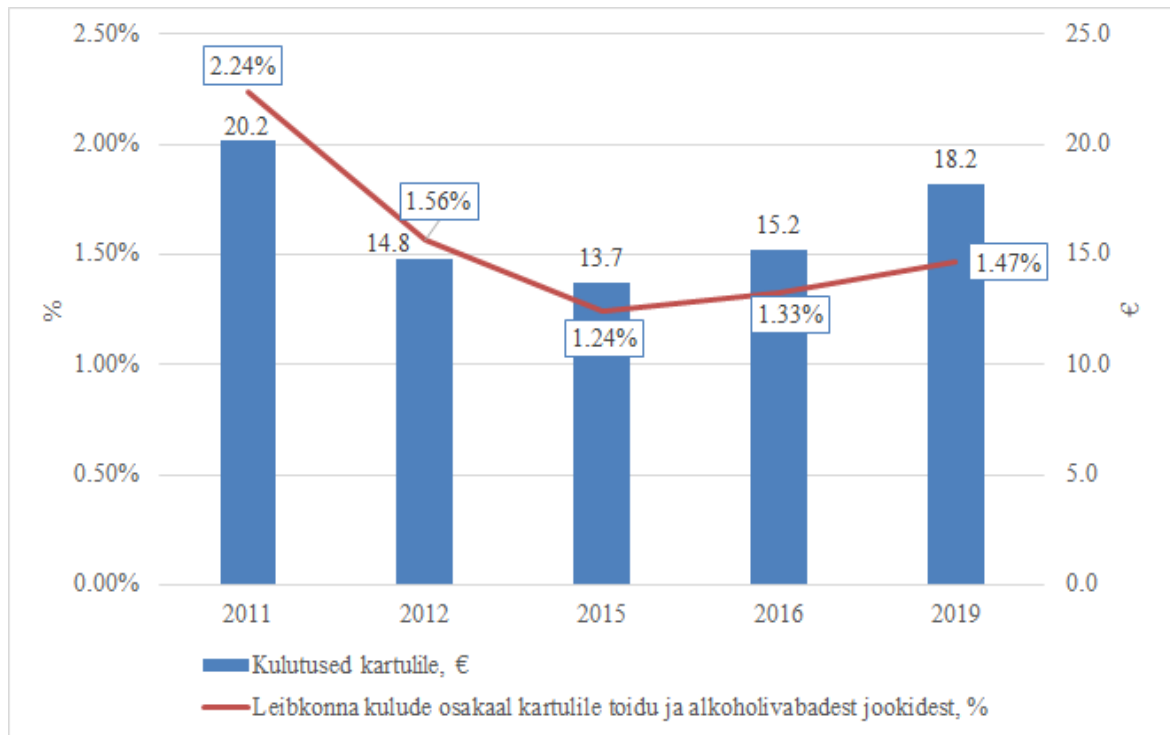
Kogu maailmas kasvatati 2018. aastal kokku üle 368 miljardi tonni kartulit, kus kõige suuremad tootjad on Hiina (ca 90 miljardit tonni), India (48 miljardit tonni), Ukraina (22 miljardit tonni), Venemaa (22 miljardit tonni) ja Ameerika Ühendriigid (20 miljardit tonni). Eesti toodang oli 2018. aastal 88 434 tonni. (FAOSTAT, 2018) Kartulit kasutatakse selliste toiduainete nagu krõpsude, friikartulite, külmutatud toitade jms valmistamisel ning samuti toorainena ka tärklise ja jahu tootmisel.

Eestis jaguneb kartuli ressursi kasutamine Statistikaameti andmetel inimtarbimise, loomasööda, seemnekartuli ja tööstusliku tarbimise vahel. (Statistikaamet, 2020) Kõige suurema osa moodustab kartuli ressursist inimtarbimine. Aastal 2001 kasutati kõige rohkem kartulit loomasöödana, aastaks 2019 kasutati loomasöödaks ligikaudu 4 tonni kartulit. Kartuli tarbimine loomasöödana hakkas vähenema alates 2002. aastast ja 2019. aastaks on loomasöödaks minevad kogused kogu ressursi kasutamisega võrreldes olematud. (Lisa 1).

Tööstuslik tarbimine on vähenenud - aastal 2000 kasutati selleks 577 tonni kartulit ja 2004. aastal 120 tonni kartulit. Alates 2005. aastast pole tööstuslikel eesmärkidel kartuliressursse enam kasutatud. (Lisa 1)

Samuti on võrreldes 2011. aastaga vähenenud kartulile tehtud kulutuste osakaal võrreldes toidule ja alkoholivabadele jookidele tehtud kulutuste osakaaluga leibkonnaliikme kohta 0,77% võrra ja kulutused kartulile on nende aastatega vähenenud ligikaudu 10% (Joonis 8).

Kartuli tarbimise vähenemise põhjuseks on tarbijate valik asendada kartul toidulaua lisa- ja muude alternatiividega.



Joonis 8. 2011., 2012., 2015., 2016. ja 2019. aastate kartulile tehtud kulutused ja kartulile tehtud kulude osakaal võrreldes toidule ning alkoholivabadele jookidele tehtud kuludega leibkonnaliikme kohta aastas (LE201).

Kartuli kasvatamise vähenemine tootjate seas on põhjendatav suutmatusega konkureerida sisse toodava kartuli madalama hinnaga. (Aav jt; 2019: 52) Kuna kartuli müük vaid toorainena ei pruugi olla kartulikasvatajatele majanduslikult efektiivne, võib toodangule suurema tulemuse anda lisandväärtus töötlemise teel.

Kartulit on võimalik kasutada nii inimtarbimiseks kui ka tehnilisel otstarbel kasutatavateks toodeteks. Inimtarbimiseks on võimalus toota näiteks friikartuleid, kartulikrõpse, erinevaid külmutatud või kuivatatud kartuli tooteid, kartulijahu, nuudleid ja alkoholitooteid. Teisel juhul on võimalik kasutada kartulit loomasööda koostisosana ja toota tehniliseks otstarbeks kasutatavaid saadusi, näiteks korstnapuhastushalgusid, väetist, bio plastikut ja biokütust. (Sealsamas: 52)

1.4. Kartulikaod ja -jäägid ning nende väärindamise võimalused

2020. aastal läbiviidud uuringus, mille eesmärk oli hinnata toidujäätmete ja -kadude teket Eesti põllumajanduses ja kalanduses, küsitleti ka kartulikasvatajaid. 2020. aastal oli tarbekartuli kadu ligikaudu 33,7%. Tarbekartulikadusid hinnati saagikoristuses, sorteerimises, säilitamises, pakendamises ja transpordis. Saagikoristusel tekkiv kadu moodustas uuringus osalejatel ligikaudu 8,3% kogusaagist. (Värnik jt, 2021a: 15) Saagikoristuse kadude põhjuseks on näiteks liigniiskuse tõttu põllule mittepääsemine, kartulikombaini mehaanikaosade kulumine, kombaini vale seadistamine, mulla niiskuse tõttu kombaini ummistumine, kartuli ümberlaadimisel punkrist kallurisse või kärusse, samuti inimeksimusest tulenevad vead - vale sõidukiirus, liiga kõrgel või liiga madalal asetsev kombaini sahk. Saagikoristusel tekkivaid kadusid on võimalik vähendada, kui teha maaparandust, viia enne koristust läbi agrotehnika tehniline kontroll, valida õige sõidukiirus ja kombaini saha sügavus. Kui saagikoristusel on juba tekkinud kaod, siis on ühe võimalusena võimalik teha järelkorjamist, kuid kui arvesse võtta järelkorjamisega seonduvaid kulusid, siis ei pruugi see olla tasuv. Järelkorjamist teostati suuremalt nõukogude ajal. Tänapäeval see enam nii laialt levinud ei ole, kuna kartulikaod saagikoristusel on uute tehnoloogiate kasutuselevõttuga vähenenud.

Sorteerimise protsessis tekkis kartulikadusid kõige enam – 13,9%. Sorteerimisel võeti välja esmalt üle- ja alamõõdulised kartulid. Kartulikao põhjusteks olid ka mehaanilised vigastused, taimehaigused nagu pruun- ja märgmädanik, harilik kärn ja taimekahjurite põhjustatud kahjustused. (Sealsamas: 15) Mehaanilised vigastused võivad tekkida saagikoristuse protsessis, kus kombaini osad vigastavad kartulit. Selleks, et minimeerida mehaanilisi vigastusi, on oluline teostada kombainile enne saagikoristust tehniline kontroll. Samuti tuleb jälgida, et kartuli koristamisel oleks sahk õigel kõrgusel. Juhul kui sahk on liiga kõrgel, võib see lõigata sügavamal asuvad kartulid pooleks. Taimehaigusi ja -kahjureid aitab vähendada taimekaitsevahendite kasutamine.

Taimehaiguste põhjusteks on seened, ainuraksed, viirused, bakterid, mükroplasmad, viroidid ja ka ebasoodsad kasvutingimused. Taimehaigusi jaotatakse mitteinfektsioonilisteks ja infektsioonilisteks. Mitteinfektsioonilised taimehaigused on põhjustatud kasvutingimustest, nagu toitainete üleküllus või puudus, ebasoodne temperatuur, niiskus, valgus, mullastik, kiiritus, saastunud õhk, pestitsiidide väärkasutamine jms. Mitteinfektsioonilised taimehaigused taimelt taimele ei levi. Infektsioonilised taimehaigused tekivad seente,

ainuraksete, viiruste, bakterite, viroidide ja mükroplasmade tagajärjel. Infektsioonilised haigused levivad taimelt taimele. Haigustekitajal on ka tõvestusvõime omadus, mis võivad taime sh mugulat kahjustada. Haigustest tekitatud saagikadu hinnatakse maailmas toodetud kogusaagist ca 20-25%. (Jõudu, 2002: 347) Kartuli lehemädanik on maailmas üks suurimat kahju põhjustav haigus, mistõttu haigustekitajale soodsa ilmastikuga võib kaasa tuua kogu saagi ikaldumise. Keskmiselt põhjustab see saagikadusid 20-40%. Nakatunud mugulaid ei saa toiduks kasutada. Levikut on võimalik piirata 5 aastase vahe hoidmisega kartuli kordumisel samal põllul. Lehemädaniku piiramisele tuleks kasuks ka see, kui kasvatada kartuleid avatud põllul, kus pealsed kuivavad kiiremini, kui kasvatada haiguskindlaid sorte, kasutada taimekaitsevahendeid ja sorteerida nakatunud mugulaid seemnekartulist. (Koppel, 2020; 17) Kui kartul on nakatunud lehemädanikuga, siis ei ole võimalik seda tarbekartulina kasutada. Seetõttu selle võimalik kasutus on biogaas. Komposteerimine ei ole otstarbekas, kuna haigus võib säilida eluvõimelisena kuni 5 aastat.

Kuivmädanik tekib põhiliselt mugulate säilitamisel, kui mugulad on haigustele vastuvõtlikumad. Kuivmädanik esineb segainfektsioonina märgmädaniku põhjustavate bakteritega. Mugulad nakatuvad vigastuste kaudu ja nakkusallikaks võivad ka olla mugulatega kokku puutunud konteinerid ja masinad. Kuivmädanikku on võimalik tõrjuda seemnekartuli puhtimisega. (Sealsamas) Sarnaselt lehemädanikuga nakatunud kartulitele ei ole kuivmädaniku puhul mõistlik neid komposteerida. Kuivmädanikuga kartulite võimalik kasutusala on biogaasi tootmine.

Ala- ja ülemõõdulised, mehaaniliste vigastustega, kasvulõhedega ja muud mittestandardised mugulad on söögikõlblikud, kuid neil ei ole kaubanduslikku väärtust. Alamõõduliste kartulitega on autoril kogemus, et tarbija neid ei eelista, kuna suuremaid kartuleid on lihtsam koorida. Küll aga on võimalik alamõõdulisi kartuleid toiduks tarvitada. Koorti Kartul OÜ on tulnud välja pakendatud ja pestud minikartuliga, mille sordiks on Penni (Lisa 6). Kartulimugulad on valdavalt läbimõõduga 20-30 mm, mis on oluliselt väiksemad teistest poes müüdavatest kartulitest.

Mittestandardseid mugulaid on võimalik kasutada kooritud kartulite tootmisel. Mittestandardseid mugulad saab koorimise käigus muuta ühesuurusteks ja pakendada vaakumpakendisse. Samuti on võimalik mittestandardsetest mugulatest teha sügavkülmutatud kuubikuid, friikartuleid jms. Kooritud kartuli kg hind on koorimata kartulist kõrgem, kuna mittestandardised mugulad on suuruselt erinevad võtab

koorimisprotsess rohkem aega kui ühemõõduliste kartulite puhul ja kaoprotsent koorimisel võib ulatuda 40-50% (Ots, 2017: 47). Koorimisprotsessis tekkinud jääke on võimalik realiseerida biogaasijaamas toorainena, kasutada loomasöödaks, ekstraheerida, komposteerida jne. Ekstraheerimine on tahkete või vedelate ainete eraldamine lahusti abil, millega on võimalik kontsentreerida, kõrvaldada või viia aine sobivasse vormi (Nichols, 2021).

Säilitamise ja pakendamise protsessis tekkis kartulikadusid vastavalt 6,4% ja 4,9%. Kõige vähem kadusid tekkis transpordil kokkuostjale, lõpptarbijale või toidutöötlejale – 0,2%. (Värnik jt, 2021a: 15) Tarbekartuli säilitamisel kadude tekkepõhjuseks on põhiliselt hoiutingimused, mis ei ole kartuli jaoks soodsad. Kartul peab olema säilimiseks valguse eest kaitstud, ca üle 90% õhuniiskus ja temperatuur +3°C kuni +5°C. (Värnik jt, 2021b: 31) Kuna kartuli kogusaak on igal aastal erinev, ei ole võimalik teada, kui palju jääb sügishooajast kartulit üle talve säilitamiseks. Kuna 2020. aasta kevad oli teistest aastatest erinev, siis kevadeks säilitatud tarbekartulile kadus nõudlus riigis kehtestatud eriolukorra tõttu, sest toidlustussektori äritegevus oli piiratud ja haridusasutused olid distantsõppel. Säilitamisel tekkinud kadusid ja ülejääki realiseeriti komposteerides, bioenergia tootmises, loomasöödaks ja ka põllule sisse kündmiseks (Värnik jt, 2021b: 32). Säilitatud kartuli ülejääki on võimalik müüa edasi kartulitöötlejatele, juhul kui selle kvaliteet on sobiv töötlejatele. Töötlemise käigus on võimalik kartulist saada söögiks mõeldud tooteid nagu kartulikrõpsud, friikartulid, kooritud kartul jms. Samuti on võimalik säilitatud kartul sõltuvalt selle kvaliteedist kääritamise teel muuta etanooliks, toota tärklist, biogaasi, liimi, biolagunevaid materjale.

Pakendamisel tekkiva kao suurimaks põhjuseks on kartuli muutumine rohelisteks, mis muudab ta inimtoiduks kõlbmatuks. Samuti ka mehaanilised vigastused ja haiguse kahjustused mugulatel ning ebasobiv suurus. Kartuli rohelisust esines ligi 82% uuringus osalejatel. (Värnik jt, 2021b: 32-33).

Kartulimugulate kokkupuude valgusega põllul, laos ja poeriiulil toob kartuli pinnale rohelse pigmendi, mis on klorofüll moodustumine. Klorofüll ei ole tervisele otseselt kahjulik, kuid kartulimugula rohestumisega kaasneb ka glükoalkaloidide teke, mis sisaldab mürgist ainet solaniini. Need glükoalkaloidid püsivad isegi pärast keetmist kartulis, mis põhjustavad kartulile mõru maitse. (Palvista, 2001) Kui rohelisi kartuleid ekstraheerida, on võimalik saada kätte solaniin ja kakoniin, mis on glükoalkanoidid. Nende sisaldus ekstraktis sõltub

sordist, kasvutingimustest ja genotüüpest. Glükoalkanoidid pärivad haigusetekiitajate, näiteks soolebakteri *E.Coli*, elutegevust. Seetõttu võivad rohelised kartulid olla üheks antimikroobsete ühendite allikateks. (Abdulah, 2020: 4013) Glükoalkaloidid tekivad taimedes enda kaitse eesmärkidel loomade, haigustekiitajate ja putukate vastu. (Eesti Maaelu..., s.a) Rohelistest kartulitest saadud glükoalkaloide on võimalik kasutada toorainena näiteks keemia- või ravimitööstuses.

Kuivainesisalduse põhikoostisosad kartulis on tärkliis, suhkrud, toorkiud, toorproteiin, toorlipiidid ja tuhik. Tärkliisesisaldus kartuli kuivaines on keskmiselt 75,3%, suhkrusisaldus 2,1%, toorkiudu 2,32%, toorproteiini 7,94%, toorlipiide 0,5% ja tuhika 4,41%. Kuivainerikkamad kartulimugulad sobivad kuivproduktide valmistamiseks ning tärkliise- ja piiritusetööstuses. (Jõudu, 2002: 59) Kartulimugulate kuivainesisaldus on varieeruv sortide lõikes. Kasutusotstarbe alusel on sordid jaotatud sööda-, toidu-, tööstus-, ja universaalsed sordid. Toidukartuli sortidel on olulised maitse- ja keetmisomadused, säilivus ja kooritavus. Söödakartulil on olulisim saagikus ja suur tärkliise- ning valgusisaldus. Eestis laialdaselt kasvatataval sordil Loral on kuivainesisaldus madal, seevastu Gala sordil on kuivainesisaldus keskmine ja Fontanel kõrge. (Mes Nõuande..., 2021) Seetõttu on oluline kartulijääkide ja -kao väärimdamisel lähtuda ka sordi kuivainesisaldusest.

Kartuli tootmises ja töötlemises tekib jääke nii praagi, töötlemisjääkide kui ka koorte kujul. Tekkinud jäätmeid liigitatakse peamiselt nelja kategooriasse - kartulikoored, kuumutamisel tekkivad jäätmed (nt friikartulite tootmisel), sõelumisel tekkiv praak (väikesed kartulid ja kartulitükid) ja filtreerimisel töötlemise etapis, mille korral on kõrvalsaaduse maht kõige suurem. Kartulikoori tekib ligikaudu 6-10% kartuli kaalust. (Pathak, P.D. jt, 2017: 4) Kartuli töötlemisega kaasnevaid jääke on võimalik kasutada piirituse tootmisel, biogaasi tootmisel, ekstraheerimisel jne.

Kartulil põhineva bioetanooli tootmisel on võimalik kasutada toorainena kartuli töötlemisel tekkinud kõrvalsaadusi. Bioetanooli tootmiseks tuleb kartulijäägid purustada ühtlaseks massiks. Seejärel lisatakse massile ensüümi α -amülaas ja kuumutatakse ca 30 minutit. Järgnevalt tuleb teostada tärkliise hüdrolyüs – kuumutatud segu jahutatakse 80-90°C ja lisatakse juurde α -amülaasi, mille ülesandeks on lõhustada tärkliise süsivesikute ahelaid. Ensüümi reaktsiooniaeg kestab 30 minutit ja seejärel tuleb segu jahutada 60°C-ni. Seejärel lisatakse termamüülensüüm, mis kohaldab tärkliise glükoosiks. Pärast suhkrustamist jahutatakse segu 30°C-ni ja lisatakse pärm. Pärast seda läheb segu käärima ja keskmine

kääritamiseaeg kestab 3 päeva. Pärast kääritamist destilleeritakse segu, et kasutatav bioetanool oleks veevaba. (Kilpimaa jt, 2009: 21-22) Etanooli tootmisel kartulist tekib iga liitri alkoholi kohta umbes 12-kordne kogus kõrvalprodukti. Piirituse tootmisest saadud kartulipraaga kuivainesisaldus on 6-7% ja sellest moodustab orgaaniline kuivaine ligikaudu 86-95%. Lämmastikuisaldus on kartulipraagas 5-13% kuivainest ja fosfor(V)oksiidi (P_2O_5) 0,9%. Biogaasi saagis kõrvalproduktist on 36-42 m³/t värskest massist. Biogaasi saagis aga orgaanilisest kuivainest on 400-700 m³/t. Metaani sisaldus on keskmiselt 58-65 mahuprotsenti. (Biogaasi tootmine..., 2009: 77) Pärast kartulijääkidest bioetanooli tootmist on võimalik toota kõrvalsaadustest omakorda biogaasi.

Kartulist tärglise tootmisel tekib orgaaniliselt saastunud jääkvesi ja kartulipulp. Pulp koosneb peamiselt rakuseintest, koortest ja tervetest tärgliserakkudest, mis ei ole töötlemisel avanenud. Iga tonni töödeldud kartuli kohta jääb järele ligikaudu 240 kg pulpi ja 760 l jääkvett ja umbes 400-600 l protsessivett. Pulpi on võimalik kasutada ka loomasöödaks ja kartulivett põllul väetisena. Kuna sellisel juhul on võimalik põllu üleväetamine ja põhjavee sooldumine, siis on vaja leida alternatiivseid lahendusi nende jääkide ümbertöötlemiseks. Ühe võimalusena on võimalik tärglisetootmise kaassaadusi vääridada biogaasi tootmises, kuna need on hästi käärivad substraadid.

Kartulipulp sisaldab kõige rohkem orgaanilist kuivainet, moodustades 90% kuivainest. Biogaasi saagis on kartulipulbast ca 650-750 m³/t orgaanilises kuivaines ja 52-56 mahuprotsenti metaani. Protsessivesi sisaldab kõige rohkem biogaasi saagist orgaanilises kuivaines, olles 3000-4500 m³/t. Metaani sisaldus kartulivees ja protsessivees on sarnane, olles 50-60 mahuprotsenti. (Tabel 2)

Tabel 2. Tärglise tootmisest saadud kõrvalproduktide biogaasi saagis, metaani sisaldus ja kuivaine sisaldus. (Biogaasi tootmine..., 2009: 78)

Substraat	Kuivaine,%	Orgaaniline kuivaine, %	Biogaasi saagis, m ³ /t värskes massis	Biogaasi saagis (m ³ /t orgaanilises kuivaines)	Metaani sisaldus, mahu%
Kartulipulp	13	90	80-90	650-750	52-65
Kartulivesi	3,7	70-75	50-56	1500-2000	50-60
Protsessivesi	1,6	65-90	55-65	3000-4500	50-60

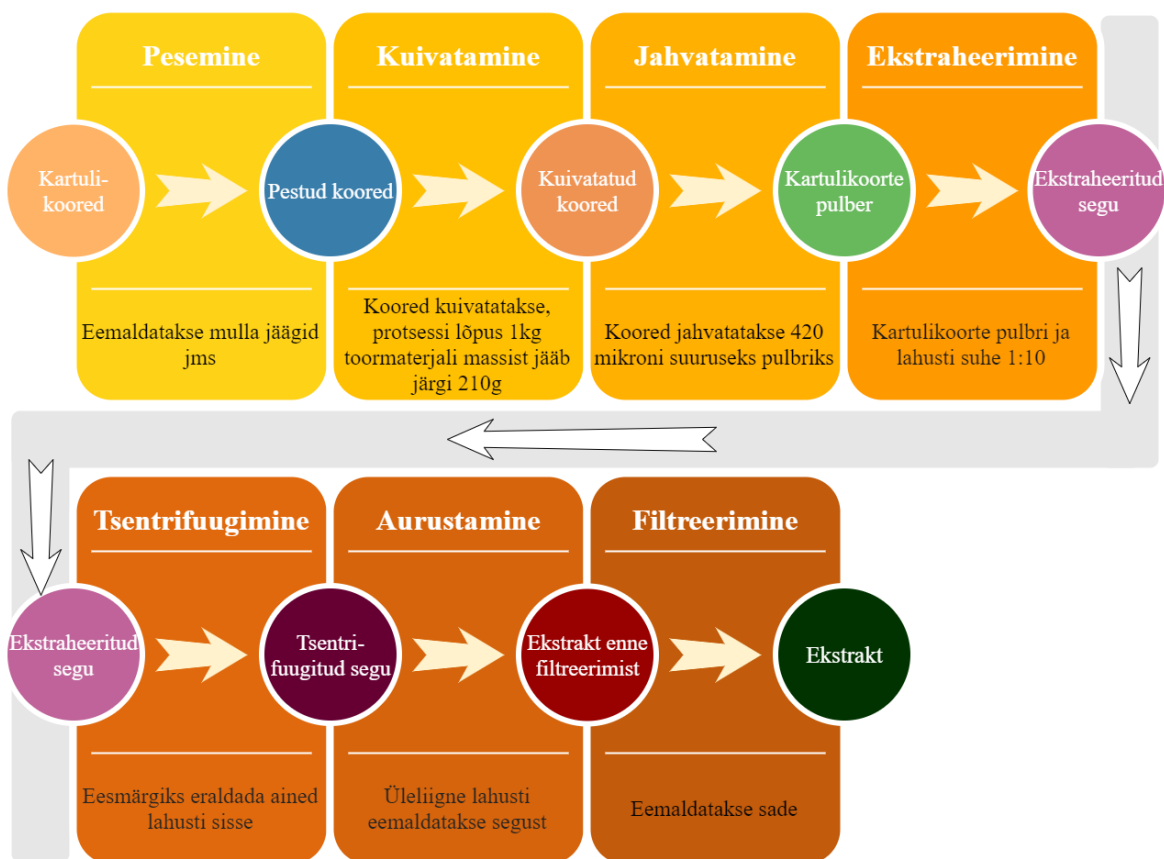
Nii etanooli tootmise kui ka tärglise tootmise kõrvalsaadusi on võimalik kasutada biogaasi tootmises. Lisaks on võimalik kääritamisel tekkivaid jääke kasutada ka väetisena, kuid nende

puhul on oluline teada, mis on jääkide keemiline koostis. Mulla keemilisi näitajaid on oluline analüüsida, et toitainete sisaldus oleks mullas optimaalne (Biogaasi tootmine..., 2009: 120).

1.5. Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmistehnoloogiad

Kartulikoored on peamiseks kõrvalsaaduseks kartuli töötlemisel. Kartulikoored sisaldavad fenoolhappeid. Kõige rohkem on fenoolidest kartulikoores klorogeenhapet, muid galloolseid fenole leidub kartulikoortes väikestes kogustes. (Samarin jt, 2012: 191)

Kartulikoorte ekstraheerimise protsess koosneb pesemisest, kuivatamisest, jahvatamisest, ekstraheerimisest, tsentrifuugimisest, aurustamisest ja filtreerimisest (Joonis 9). Kartulikoored tuleb pesta veega puhtaks ja seejärel tuleb koored kuivatada 45-50 C juures 48 h. Pärast kuivatamist tuleb koored jahvatada 420 mikroni suuruseks pulbriks. (Wang jt, 2020: 2)



Joonis 9. Kartulikoorte ekstraheerimise protsessid (Sealsamas, 2; autori koostatud)

Kartulikoori on võimalik kuivatada erinevate meetoditega, näiteks külmuivatamisega, õhu

abil kuivatamisega ja vaakumahjus kuivatamisega (Hossain jt, 2016: 4) Kartulikoored sisaldavad 83,3-85,1% vett (Javed jt, 2019: 810). Külmuivatamisega on võimalik koortest vee kogust vähendada 78% võrra, õhu abil kuivatamisega 75% võrra ja vaakumahjuga 77% võrra. (Hossain jt, 2016: 4) See tähendab, et 1 kg kartulikoortest jääb pärast kuivatamist järgi ca 210 g kuivatatud kartulikoori.

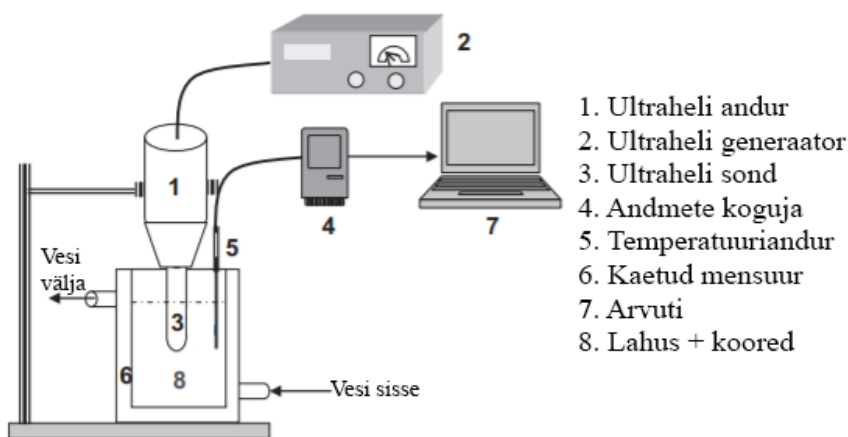
Ekstraheerimislahustit kasutatakse ainete lahustamiseks ekstraheerimisprotsessis. (Maaeluministreerium, s.a) Taimset päritolu ainete ekstraheerimisel on võimalik kasutada lahustitena nii vett, alkohole (etanool, metanool), atsetooni, eetrit, kloroformi. (Abubakar jt, 2020) Lahusteid on võimalik kasutada ka segudena. Vee lisamine orgaanilistele lahustitele (nt etanool) suurendab ekstraktide eraldamise efektiivsust (Zarins jt, 2018 :1541). Vee ja etanooli lahustisegu suhtena 80:20 on olnud efektiivne kartulikoortest fenoolide ekstraheerimisel (Maldonado jt, 2014 :28)

Kartulikoore ekstraheerimist on võimalik teostada mitmel erineval viisil. Kõige levinum ekstraheerimise meetod on tahke faasi ekstraktsioon, kuid polüfenoolide eraldamiseks on antud meetodi ekstraheerimise aeg pikk. Seetõttu on välja töötatud uued eraldamise tehnoloogiad, nagu näiteks ultraheli abil ekstraheerimine, mikrolainetega ekstraheerimine ja survestatud vedelikuga ekstraheerimine. (Gaudino jt, 2020: 2)

Tahke faasi ekstraktsiooni korral kasutatakse orgaanilisi lahusteid, näiteks etüülatsetaati, atsetooni, metanooli ja etanooli. Nende lahustite ekstraheerimisvõime on suur, kuid nendega kaasnevad mitmed ohud, sealhulgas tuleohtlikkus ja mürgisus. Etanooliga ekstraheerimist peetakse kõige ohutumaks ja sellega saadud ekstrakte võib kasutada ka toiduainetööstuses. Uuemad ekstraheerimistehnoloogiad (ultraheli, mikrolaine, survestatud vedelikuga) on välja töötatud nii, et nende ekstraheerimise efektiivsus on suurem ja ka lahustite kulu on väiksem, mis omakorda vähendab toksiinide sisalduse ohtu. (Sealsamas: 5)

Ultraheliga ekstraheerimisel on võimalik eraldada kartulikoortest ühendeid nagu pektiin, hemitselluloos, polüsahhariidid, valgud, küllastumata rasvhapped, glükoalkaloidid ja fenoolühendid. Tehnoloogia maksumus võrreldes teiste meetoditega on odavam ja sellega on võimalik ka tööstuslikult ekstrakti toota. Ultraheli abil ekstraheerimisega on võimalik polüfenool ekstrakte efektiivsemalt saada võrreldes tavapäraste ekstraheerimismeetoditega. (Sealsamas: 5)

Ultraheli abil ekstraheerimiseks pannakse ekstraheerimislahusti ja pulbristatud kartulikoored kaetud mensuuri, millesse ultraheli generaator suunab läbi anduri ja sondi ultrahelilained mensuuri, kus lained hakkavad ühendeid lõhustama. (Joonis 10) Kartulikoori saab antud seadmega ekstraheerida, lisades 1 osa kuivatatud ja pulbristatud kartulikoori ja 10 osa ekstraheerimislahustit. Seejärel tuleb ultrahelisond suunata kaetud mensuuriga anumasse vedeliku sisse. Veeringlus mensuuri ümber on mõeldud selleks, et hoida lahuse temperatuuri stabiilsena, voolukiirus on 0,5 l/min. Temperatuuri andur edastab andmekogujasse andmeid, mis on kuvatavad arvutis. (Hossain jt, 2014: 1471)

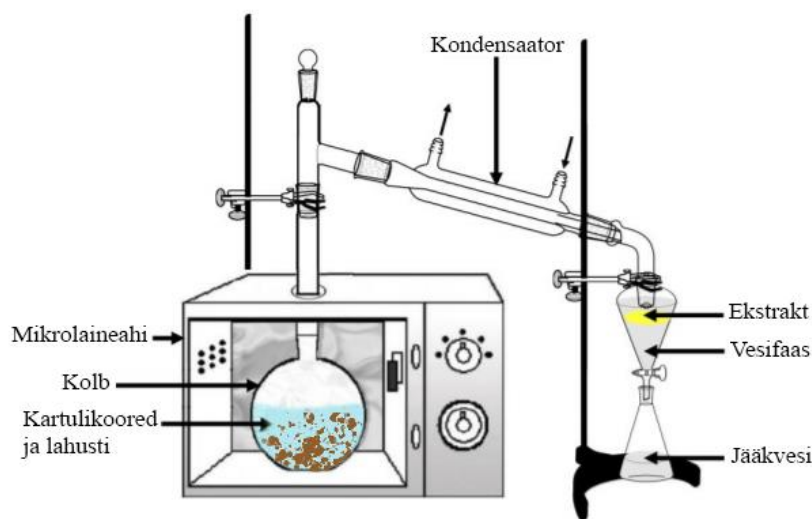


Joonis 10. Ultraheli abil ekstraheerimissüsteemi skeem (Hossain jt, 2014: 1472; tõlk autor)

Ultraheliga ekstraheerimine võib olla üks võimalustest, millega on võimalik ekstraheerida suuremaid kartulikoorte koguseid, kuna sel on lühem ekstraheerimise aeg ja seetõttu on võimalik tooraine kiiremini väärindada ning seetõttu vähenevad ka tooraine säilituskulud. Ultraheli abil ekstraheerimise seadmeid tööstuslikuks kasutamiseks toodab Euroopas Saksamaa ettevõtte Hielscher, mille seadmete võimsus on 500-16 000 W. (Chemat jt, 2017: 556) Neid seadmeid on võimalik ühendada – näiteks 4 seadme ühendamisel on ekstraheerimismaht 1-12 m³/h. (Hielscher, s.a.) Ekstraheerimismaht sõltub lahusti viskoossusest. Ettevõtte müügiesindaja sõnul sobib kartulikoorte ekstraheerimiseks paremini nende poolt pakutav mudel UIP2000hdT, kus üks seade suudab 150-200 liitri ekstraheerida 60-80 minutiga.

Mikrolainete abil ekstraheerimine kasutab lahustisegust ühendite eraldamiseks mikrolaineid, mille abil on ekstraheerimisega võimalik lühendada ja mikrolained soodustavad lahusti eraldusvõimet molekulide suhtes. Uuringud on näidanud, et kartulikoortest on fenoole sel

meetodil eraldada kõige efektiivsem askorbiinhappega, kuna seda lahustit kulus kõige vähem ja ekstraheerimise aeg oli võrreldes teiste lahustitega kõige lühem. (Sealsamas: 6) Mikrolainete abil ekstraheerimise tehnoloogia põhimõtet on võimalik näha jooniselt 11. Kasutatav mikrolaineahi on 800 W, mis on modifitseeritud ekstraheerimiseks. Mikrolaineahjus on 1l mahutavusega kolb, millesse ühendub väljast kondensaator ja mis liigub edasi ekstrakti eraldamiseks mõeldud katseklaasidesse, mis on paigutatud liivakella põhimõttel, kus ülemisse klaasi koguneb ekstrakt ja alumisse jääkvesi.

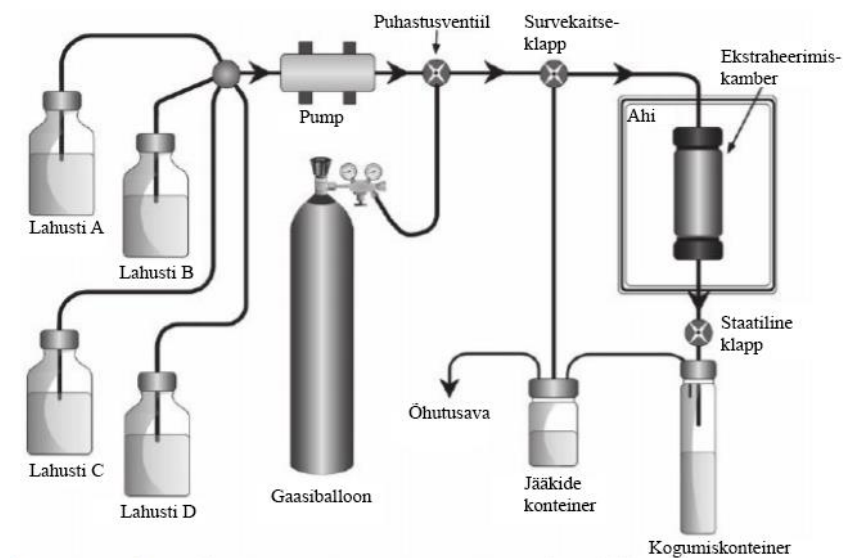


Joonis 11. Mikrolainete abil ekstraheerimine (Kusuma jt, 2016: 64; tõlk autor)

Vedelikusurve abil ekstraheerimisel kasutatakse madala keemistemperatuuriga lahusteid või lahustisegusid. Ekstraheerimisel kasutatakse temperatuuri kuni 200°C ja rõhku 206 baari. Kõrge rõhk ja temperatuur suurendavad ühendite lahustuvust, lahusti difusiooni kiirust ja massiülekanne, mis samal ajal ka vähendavad lahusti viskoossust ja pindpinevust. Vedelikusurve abil ekstraheerimisel võrreldes tahke faasi ekstraheerimisega kulub lahustit vähem, ekstraheerimisaeg on lühem ja kättesaadavate ühendite arv on ekstraktis suurem. Samuti on ekstrakti kogumiskonteiner hapniku ja valguse eest kaitstud. Tehnoloogia kasutamine tööstuslikult pole veel piisavalt ajakohastatud, et ekstraheerimist läbi viia suuremates mahtudes. Uuringud on näidanud, et selle tehnoloogiaga on kartulikoortest võimalik kätte saada antioksüdantsed fenoolühendid, kuid pole keskendunud steroidsete alkaloidide eraldamisele. (Hossain jt, 2015: 8562)

Vedelikusurve abil ekstraheerimise puhul pannakse kartulikoorte pulber roostevabast terasest ekstraheerimiskambris. Lahusti(d) pumbatakse läbi pumba

ekstraheerimiskambris, kus toimub staatiline ekstraheerimine, kus ekstraheerimiskamber ringleb ja ahi kuumutab segu. Kui staatiline ekstraheerimine on valmis, pumbatakse segu ekstraheerimiskambrist välja ja puhastatakse lämmastiku abil. Valmis ekstrakt koguneb kogumiskonteinerisse ja kõrvalsaadused jääkide konteinerisse. (Joonis 12) Ekstraheerimise aeg sõltuvalt kogusest võtab aega umbes 15-30 minutit ja lahusti kogus on ühe grammi kohta 10-30 ml sõltuvalt lahustist ja ekstraheeritavast materjalist. (Lahmanov jt, 2019: 4)



Joonis 12. Vedeliku abil ekstraheerimissüsteemi skeem (Lahmanov jt, 2019: 3, tõlk autor)

Eelmainitud tehnoloogiatest on tehases kasutamiseks kohaldatav ultraheliga ekstraheerimine. Sel meetodil on võimalik kätte saada nii glükoalkaloide kui ka fenoolühendeid lisaks teistele makrotoitainetele. Tehnoloogia ei nõua suuri investeeringuid ja ekstraheerimismahukus võib olla kuni 12 m³ tunnis.

Pärast ekstraheerimist tuleb segu tsentrifuugida, et lahustada komponente. Tsentrifuugimisel kasutatakse kiiresti pöörlevat rootorit, kus pöörlemiskiirus tekitab tsentrifugaaljõu. Tsentrifuugimisel kasutatakse üle 3000 pööret minutis, 15 minutit. (Wang jt, 2020)

Tsentrifuugimise järel tuleb üleliigne lahusti aurustada välja. Aurustamisel kasutatakse sobivat temperatuuri sõltuvalt lahusti aurustumistemperatuurist. (Samarin jt, 2012 :192)

Pärast aurustamist filtreeritakse segu, millest eemaldatakse tekkinud sade ja jahutatakse segu 5°C juures. Keskmiselt saadakse 1 liitrist ekstrakti ja lahuse segust pärast ekstraheerimist, aurustamist ja filtreerimist 134 ml ekstrakti. (Sealsamas, 192)

1.6. Kartulikoortest toodetud ekstrakti omadused ja kasutusvõimalused

Kartulikoored sisaldavad hulganisti bioaktiivseid ühendeid, milleks on antioksidandid, pigmendid, kiudained, vitamiinid ja mineraalid. Kartulikoortes sisalduva antioksidandi polüfenooli sisaldus on 10 korda suurem viljalihast. Samuti on kartulikoored fenooli- ja vitamiini allikaks, sisaldades näiteks riboflaviini, askorbiinhapet, foolhapet ja B6 vitamiini. Kartulikoortest on võimalik ekstraheerimise teel kätte saada fenoole, mis takistavad oksüdeerumist. Fenoolühenditel on antioksidatiivsed ja antibakteriaalsed omadused. (Helal jt, 2020: 79)

Kartulikoortes sisaldub kõige rohkem vett, mida on ca 83,3-85,1 g 100 g kohta. Järgnevad süsivesikud, tärklis ja kiudained. Kartulikoorte proteiinisaldus on 1,2-2,3 g 100 g kohta. Fenoolühendeid on kartulikoortes 1,02-2,92 g 100 g kohta. (Tabel 3)

Tabel 3. Kartulikoorte keemiline koostis 100 g kohta (Javed jt, 2019: 810)

Koostisosa	Varieeruvuse piirid, grammides
Vesi	83,3-85,1
Valk	1,2-2,3
Lipiidid	0,1-0,4
Süsivesikud	8,7-12,4
Tärklis	7,8
Kiudained	2,5
Tuhk	0,9-1,6
Fenooliühendid	1,02-2,92
Flavanoidid	0,51-0,96

Taimse päritoluga ekstrakte on võimalik kasutada ravimites nende mitmekesiste keemiliste omaduste tõttu. Kuna kartulikoored sisaldavad hulganisti fenoole, siis on nendest toodetud ekstraktil tugev antioksidatiivne võime, mis on samaväärne sünteetiliste oksüdantidega nagu butüülitud hüdroksünisool ja butüülitud hüdroksütoleen. Üldiselt on toiduainetööstuses suuremas osas kasutusel sünteetilised antioksidandid, mille säilitusvõime on tõhus, kuid järjepideval tarbimisel võivad need tervisele ohtlikud olla. (Gebrechistos jt, 2020) Kuna järjest enam pööratakse tähelepanu toidu tervislikkusele, on oluline leida looduslikke alternatiive toidu säilitamisel toiduainetööstuses.

Antioksidandid pärsvad toidus sisalduvate lipiidide oksüdatsiooni. Kartulikoortest tehtud ekstraktis sisalduvatel antioksidantidel on tugev radikaale puhastav toime ja võime hoida ära oksüdeerumisreaktsiooni rasvu sisaldavates toiduainetes. (Gebrechistos jt, 2018) Kartulikoortest tehtud ekstrakti säilitamisvõimet katsetati lambalihaga. Lambakintsust kintsust võeti 100 g tükid, millest kaks tehti kokku kartulikoortest tehtud ekstraktiga, ühe ekstrakti fenoolide kontsentratsioon oli 0,1% ja teise 0,5%. Pärast 10 päevast perioodi jahutuskapis 4°C temperatuuril saadi tulemuseks, et 0,5% kontsentratsiooniga kartulikoore ekstrakt oli efektiivne lipiidide oksüdeerimise vastu. (Alaa jt, 2019: 2, 4) Kartulikoortest toodetud ekstrakti on võimalik kasutada loodusliku säilitusainena lihatoodete säilitamiseks.

Kartulikoortest toodetud ekstraktiga on võimalik säilitada ka lahtilõigatud puuvilju. Katsena prooviti ekstrakti mõju lahtilõigatud õuntel. Õunad kooriti ja lõigati sektoriteks ning asetati plastikust karpi. Osa õunu määriti üle kartulikoortest toodetud ekstraktiga, mille ekstraheerimisel kasutati lahustina vee ja etanooli segu, kus etanooli oli 10%. Üks osa õuntest jäeti määrimata. Õunu hoiustati valguse eest kaitstud jahutuskapis 4°C temperatuuri juures 3 päeva. Tulemustena järelitati, et õuntel, mis olid ekstraktiga kokku tehtud, oli märgatavalt vähem näha tumenemist õuna pinnal. Katsed näitasid, et kartulikoore ekstrakt võib olla asendus sünteetilistele säilitusainetele. (Venturi jt 2019) Kartulikoortest tehtud ekstrakti saab kasutada ka puuviljade käsitlemisel.

Kartulikoortest toodetud ekstrakt sisaldab mitmeid bioaktiivseid ühendeid, millel on antioksidatiivsed ja antimikroobsed omadused. Need omadused võivad pärssida ka viiruste elutegevust. Kartulikoortest toodetud ekstrakti katsetati nii soolebakteri *E.Coli* kui ka salmonelloosi tekitavatel bakteritel. Koortest toodetud ekstrakt näitas pärssivat mõju mõlema viiruse elutegevusele. Veel ei ole uuritud, kas ekstrakti mõju avalduks ka inimeste organismis. (Silva-Beltrán jt, 2017: 235-240)

Kartulikoortest toodetud ekstrakti on võimalik kasutada nii ravimitööstuses, kosmeetikatööstuses kui ka toituainetööstuses toorainena, kuna ekstrakt sisaldab antioksidantide, fenoolide ja vitamiine.

2. KARTULIKOORTEST TOODETUD EKSTRAKTI TOOTMISVÕIMALUSED LÕUNA-EESTIS

2.1. Uurimistöö metoodika ja kasutatavad andmed

Magistritöö eesmärgiks on selgitada, kas Lõuna-Eesti maakondades tekib kartuli biomassi piisavalt, et kartulikoortest ja -jääkidest toota ekstrakti ühiku hinnaga, mis võimaldab ekstraheerimistehasel efektiivselt toimida.

Uurimistöö raames läbi viidud küsitluste eesmärgiks oli leida ettevõtteid ja asutusi, kes on nõus kartulikadusid ja kartuli jääke ära andma nende väärindamise eesmärgil. Teema aktuaalsust toetab järjest suurem vajadus kõrvalsaaduseid ja jäätmeid ümber töödelda ning säästva arengu põhimõtteid järgida.

Uurimistöö raames kasutati ettekavatsetud valimeid. Andmete kogumiseks moodustati kolm valimigruppi – kartulikasvatajad, kartuli tarbijad ja kartulit töötlevad ettevõtted, kelle tegevusaadress E-krediidiinfo andmetel asus valitud maakondades. Valitud maakondadeks olid Võru maakond, Põlva maakond, Tartu maakond, Viljandi maakond ja Jõgeva maakond. Kartulikasvatajate valimi moodustas 382 ettevõtet, kelle ettevõtlusvormideks olid FIE, OÜ ja AS. Küsitlus saadeti 132 Tartumaa, 75 Võrumaa, 67 Viljandimaa, 60 Põlvamaa ja 48 Jõgevamaa kasvatajale. Statistikaameti andmetel oli Eestis 2020. aastal 2502 kartulikasvatajat ja viie maakonna valim moodustab ligikaudu 15% kõigist kartulikasvatajatest.

Kartuli töötlejate valimi moodustas 41 ettevõtet, kellest 13 asuvad Tartumaal, 10 Võrumaal, 7 Viljandi maakonnas, 6 Jõgeva maakonnas ja 5 Põlva maakonnas.

Kartuli tarbijate valimi moodustas 279 ettevõtet ja asutust. Valimi sihtrühmaks olid toitlustusasutused, haridusasutused, hooldekodud ja lasteaiad. Valimite põhjal ei saa teha üldistusi, kuid see peegeldab küsitatud piirkondade olukorda. Küll aga ei ole üldistavate järelduste tegemine valimite eesmärgiks, vaid leida ettevõtted, kes oleksid valmis koostööd tegema kartulikadude väärindamisel Lõuna-Eesti maakondades.

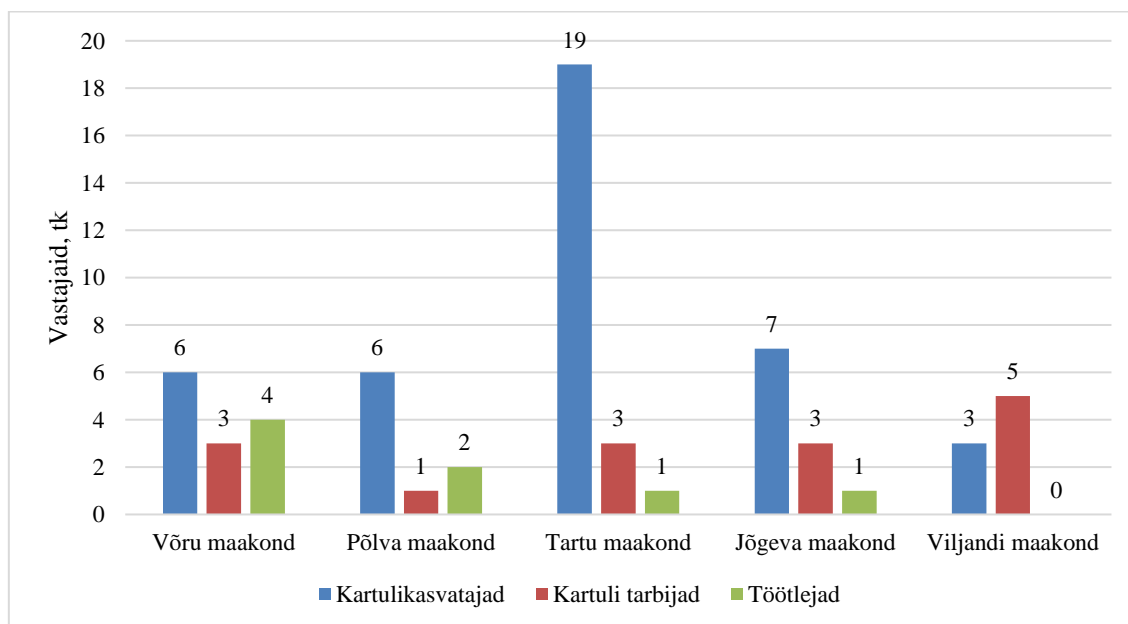
Küsimustikud koostati *Google Forms* keskkonnas. Ankeetküsitluste saatmiseks moodustati kolm e-maili listi veebipõhises keskkonnas *Mailchimp*. Küsimustikud saadeti esimese e-kirjaga välja 7.04.2021 kuupäeval ja meeldetuletuskiri saadeti 14.04.2021 kuupäeval. Vastuseid koguti kuni 30.04.2021 kuupäevani.

Kartulikasvatajatele suunatud ankeetküsimustikus oli 16 küsimust (Lisa 1), kartuli töötlemisega tegelevate ettevõtete küsitluses 10 küsimust (Lisa 2) ja kartuli tarbijate küsitluses 13 küsimust (Lisa 3).

2.2. Kartulikoorte ja -jääkide potentsiaalne ressurss Tartu, Jõgeva, Viljandi, Võru ja Põlva maakonnas

Kartulibiomassi ressursside väljaselgitamiseks küsitleti Tartu, Jõgeva, Viljandi, Võru ja Põlva maakonna kartulikasvatajaid, -töötlejaid ja -tarbijaid. Nende maakondade 2020. aasta kartuli kogutoodang oli kokku 51 461 tonni, mis moodustas Eesti kogutoodangust ligikaudu 54%.

Küsitlustele vastas kokku 64 vastajat, kellest 41 olid kartulikasvatajad, 15 kartuli tarbijad ja 8 kartuli töötlejad. (Joonis 13) 5 kartulikasvatajat vastasid veel eraldi e-maili teel, et on kartulikasvatuse lõpetanud ja 8 tarbijat, et piirangute tõttu on täielikult suletud.

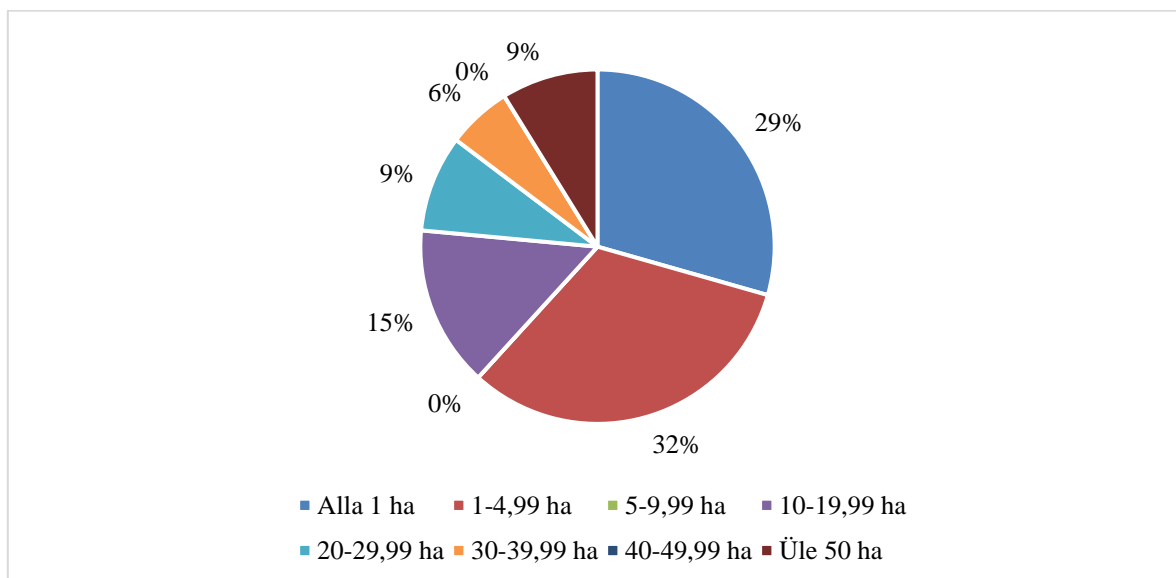


Joonis 13. Küsitlustele vastajate arv maakonniti.

Kõige rohkem vastuseid kartulikasvatajatelt saadi Tartu maakonnast – 19 vastust, järgnes Jõgeva maakond 7 vastusega, Võru ja Põlva maakond 6 vastusega ja Viljandi maakond 3 vastusega. Kartuli tarbijatest vastas kõige rohkem Viljandi maakonnast, kus vastajaid oli 5. Võru, Tartu ja Jõgevamaa maakonnast saadi igast maakonnast 3 vastust ja Põlvast 1 vastus. Kartuli töötlejatest vastas kõige rohkem Võrumaalt, kus vastas 4 töötlejat, Põlvast vastas 2 töötlejat ja Tartust ning Jõgevast saadi mõlemast maakonnast 1 vastus.

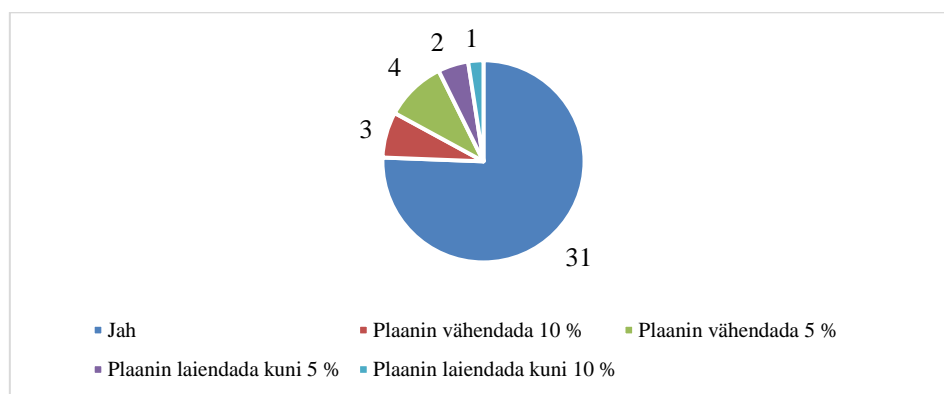
2.2.1. Kartulikasvatajate ja -töötlejate kartulikoorte ja -jääkide ressurss Lõuna-Eesti maakondades

Kartuli kasvupind 2020. aastal oli vastanutel kõige suuremas osakaalus 1-4,99 ha, kus vastanutest 32% oli kasvupind selles vahemikus. Vastanutest 29% oli kasvupind alla 1 ha. Vastanutest 15% oli kasvupind vahemikus 10-19,99 ha. Üle 50 ha ja 20-29,99 ha kasvupind moodustas vastajatest mõlemal juhul 9%. 6% vastanutest oli kasvupind 30-39,99 ha. Vahemikus 5-9,99 ha ja 40-49,99 ha vastanuid ei olnud ühtegi. (Joonis 14)



Joonis 14. Küsitlusele vastanute jaotus kasvupinna järgi

Kartulikasvatajatelt küsiti ka, millised on nende 2021. aasta tootmisplaanid. Vastajatest 31 vastasid, et ei plaani kasvupinda vähendada. Kasvupinda plaanib 5% võrra vähendada 4 vastajat, 10% võrra plaanib vähendada 3 vastajat. Kasvupinda plaanivad laiendada kuni 5% võrra 2 vastajat ja 10% võrra laiendada 1 vastaja. (Joonis 15)



Joonis 15. Vastajate 2021. aasta kasvupinna planeerimine.

Kõigi vastajate kogusaak oli 2020. aastal kokku 17 611,6 tonni, mis moodustas ligikaudu 34% antud maakondade 2020. aasta toodangust. Vastajatel paluti hinnata kadude ja jäätmete tekkimist saagikoristusel, sorteerimisel, koorimisel ja säilimisel riknema läinud tarbekartulil. Keskmiselt oli kartulikasvatajatel tarbekartulikadu kogusaagist ca 25,56%. Koorimisega tegeles 19,51% kartulikasvatajatest, kellel tekkis jäätmeid kogusaagist 17,40%. Sorteerimisel tekkis kadu 13,52%, saagikoristusel tekkis kadu 7,42% ja säilitatud kartulist läks riknema 4,62%. (Tabel 4)

Vastajate tootmisplaani järgi prognoositi ka 2021. aastal tekkivaid kartulikadusid, arvestades et kõik muud tingimused jäävad samaks (kooritud kartuli kogus, saagikus). Selle kohaselt prognoositakse kartulikadude vähenemist vastajate seas 26,27 tonni võrra. Kartulikoorte jäägid suurenevad 2,5 tonni võrra, kuna üks kartuli koorimisega tegelev kasvataja plaanib kasvupinda suurendada 10% võrra. (Tabel 4)

Tabel 4. Kadu kartulikasvatuses 2020. aastal tonnides ja osakaal kogusaagist, %.

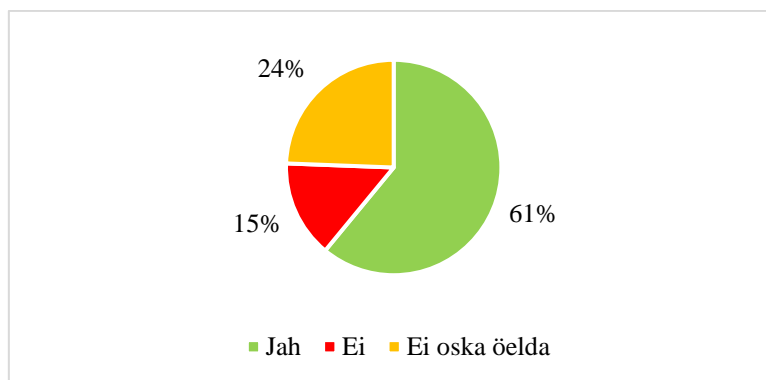
Kartulikadude tekkimine	Kadu 2020. aastal kokku, t	Osakaal kogutoodangust, %	2021. aasta prognoos, t
Saagikoristus	454.60	7.42%	453.64
Sorteerimine	1578.80	13.52%	1551.05
Koorimine	478.00	17.40%	480.50
Riknenud säilitatud kartul	813.22	4.62%	813.16
Kadu kokku	3324.62	25,56%*	3298.35

* arvestatud ei ole koorimisel tekkivaid jäätmeid

Sorteerimisel tekkinud kadude suurimaks põhjuseks oli 58,54 % vastajatest ala- või ülemõõdulised kartulid. Vastajatest 48,78% tõid põhjuseks mehaanilised vigastused ja

39,02% haiguste tekitatud kahjustused (nt pruun- ja märgmädanik, kuivlaiksus jne). 29,27% toodi välja taimekahjurite tekitatud vigastusi. Mugulate rohestumist ja külmakahjustusi toodi välja põhjusena vastavalt 4,88% ja 2,44%.

Kartulikasvatajatelt küsiti ka valmidust andmaks ära tekkinud biomassi. Kõigist vastajatest 61% on valmis andma ära tekkinud kartuli biomassi, vastajatest 15% ei ole valmis biomassi ära andma. Peamiseks põhjuseks on toodud, et nende poolt tekkivad kogused on liiga väikesed. 24% vastajatest ei osanud öelda, kas on valmis biomassi ära andma. (Joonis 16)



Joonis 16. Kartulikasvatajate valmidus anda ära tekkinud biomassi.

Kartulikasvatajatest, kes on valmis tekkinud biomassi ära andma, soovivad samal kasvupinnal jätkata 20 kartulikasvatajat, 2 kasvatajat soovivad vähendada 5% võrra, 1 vastaja vähendada 10% võrra, 1 vastaja soovib laiendada 5% võrra ja 1 vastaja 10% võrra.

Kartulitöötlejate hinnangul oli 01.01.2020.-31.12.2020. perioodil töödeldud kartulikogus kokku 2299 tonni. Töötlemata kartulist jäi vastajatel riknemise tõttu töötlemisest kõrvale 94,2 tonni, mis moodustas 4,10% kogu töödeldud kogusest 2020. aastal. Kartulikoori tekkis kõigil vastajatel igakuiselt ca 40,2 tonni, mis on aasta kohta keskmiselt 482,4 tonni kartulikoori. Pärast koorimist jäi töötlejatel kokku kuus keskmiselt 2,4 tonni kartulist riknemise tõttu töötlemisest kõrvale, mis on aasta kohta keskmiselt 28,80 tonni. (Tabel 5)

Tabel 5. Kartuli töötlejate kartuli jäätmete tekkimine 2020. aastal

	Kogus, t
Koorimata riknenud kartul	94.2
Koored	481.44
Kooritud riknenud kartul	28.8
Kokku	604.44

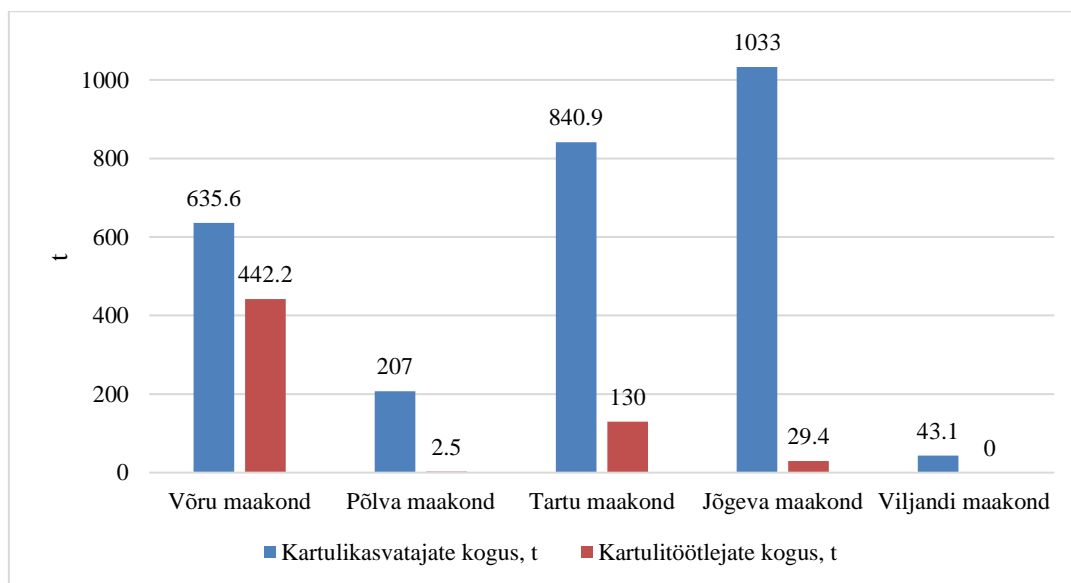
Kartulikasvatatajatel ja -töötajatel, kes on nõus andma ära kartulikadusid ja -jääke, tekkis kõige rohkem kadusid sorteerimisel. Väljasorteeritud kartul on koorega ja suurimaks põhjuseks sorteerimisel on ala- või ülemõõdulised kartulid ja mehaanilised vigastused. Kartulikoori tekkis 2020. aastal kasvatatajatel ja töötajatel kokku 913,24 tonni ning riknenud kartulit 835,40 tonni. (Tabel 6) Kokku tekkis kartuli biomassi 3361,64 tonni, mida praegu nii kartulikasvatatajad kui ka -töötajad kasutavad loomasöödaks, komposteerimiseks ja biomassi tootmiseks. Üks vastaja katsetab soojusenergia tootmist ja kaks vastajat künnavad kevadel kartulijäägid põllu sisse.

Tabel 6. Kartulikasvatatajate ja -töötajate ära antav kartuli biomass, tonnides

	Kartulikasvatatajad	Kartulitöötajad	Kokku
Sorteerimine	1520,00	93,00*	1613,00
Koored	433,00	480,24	913,24
Riknenud säilitatud kartul	806,60	28,80	835,40
Kokku	2759,60	602,04	3361,64

* kartuli töötajate puhul tegemist enne koorimist välja sorteeritud kartuliga

Võru maakonnast 2020. aastal saadav ressurss oli 1077,8 tonni, Jõgeva maakonnast 1062,4 tonni, Tartumaalt 970,9 tonni, Põlva maakonnast 209,5 tonni ja Viljandi maakonnast 43,1 tonni. (Joonis 17)



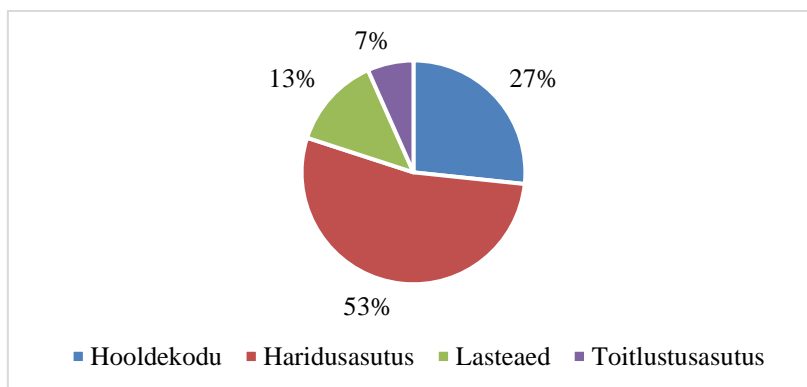
Joonis 17. Kartulikasvatatajate ja -töötajate kartuli biomassi ressurss 2020. aastal maakondade lõikes

Jõgevamaal kartulikasvatatajate kadude ja jääkide kogus oli kõige suurem, kuna vastajate seas

oli üks tootja, kelle säilitatud tarbekartulist läks 700 t riknema, mis moodustas ca 35% kogusaagist.

2.2.2. Kartulitarbijate kartulikoorte ja -jääkide ressurss Lõuna-Eesti maakondades

Küsitlus saadeti 272 kontaktile, kellest 25 avasid e-kirja ja 18 klikkisid küsitluse lingile. Kartulitarbijaid vastas küsitlusele kokku 15 ettevõtet/asutust. Vastajatest moodustas 53% haridusasutused, 27% hooldekodud, 13% lasteaiad ja 7% toitlustusasutused. (Joonis 18) Valimist 8 vastasid küsitluse kutsele e-maili teel, et on praegusel ajal oma tegevuse ajutiselt peatanud ja neil kartulikadusid ei teki. Põhjuseks, miks e-maili avamise aktiivsus ja vastamine oli vähene, peab autor sihtrühma (toitlustusasutused, haridusasutused jne) tegevusele kehtestatud riiklikke piiranguid, mis küsitluse saatmise hetkel kehtisid.



Joonis 18. Vastajate jaotus tegevusala järgi

Vastajatest 5 tarvitavad kooritud kartulit ja 10 koorimata kartulit. Alla 0,5 t kuus tarvitavad kartulit 14 vastajat, 0,5-0,9 tonni 1 vastaja.

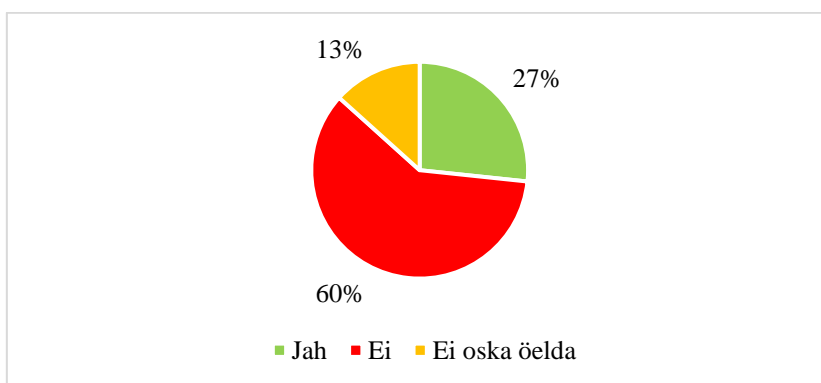
Kõige rohkem tekkis kartuli jääke koorte näol, mida oli kokku keskmiselt 413 kg. Koorimata kartuli jääke tekkis kokku keskmiselt 17 kg ja kooritud kartulit 115,5 kg. (Tabel 7)

Tabel 7. Tarbijatel 2020. aastal tekkinud kartuli jäägid liigiti ühes kuus, kilogrammides

	Kogus, kg
Riknenud koorimata kartul	17
Kartulikoored	413
Riknenud kooritud kartul	115,5
Kokku	545,5

Tekkivaid kartulijääke annavad tarbijad loomasöödaks (27%) ja viskavad biojäätmete konteinerisse (27%). Vastajatest 20% komposteerivad jäägid ja 13% viskavad segaolmejäätmetesse.

Tarbijatest 27% on valmis tekkivat biomassi ära andma. 60% ei ole nõus biomassi ära andma ja 13% vastasid „ei oska öelda“. (Joonis19) „Ei“ vastanud tarbijad põhjendasid oma vastust sellega, et neil ei teki nii suuri koguseid jääke ja kasutatakse koored enamasti loomasöödaks või antakse tagasi kartuli tarnijale.



Joonis 19. Kartulitarbijate valmisolek anda tekkivat kartuli biomassi ära.

Kartulitarbijatel, kes on nõus ära andma kartuli biomassi, tekkis koorimata riknenud kartulit igakuiselt kokku ca 6 kg, kartulikoori 118 kg ja kooritud riknenud kartulit 1 kg. Kaks tarbijat asuvad Võru maakonnas, üks Viljandi ja üks Jõgeva maakonnas. Kõik tarbijad viskavad tekkivad jäägid bio- või segaolmejäätmetesse.

Kuna tekkinud kogused on väikesed, peaks neid koguma ja säilitama kuni transpordini. Selleks et tarbijaid motiveerida koguma ja sügavkülmutama biomassi, tuleks biomassile hind määrata. Teiseks võimaluseks oleks koostöö kartuli tarnijatega, kes koguvad jäägid kokku tarbijatelt.

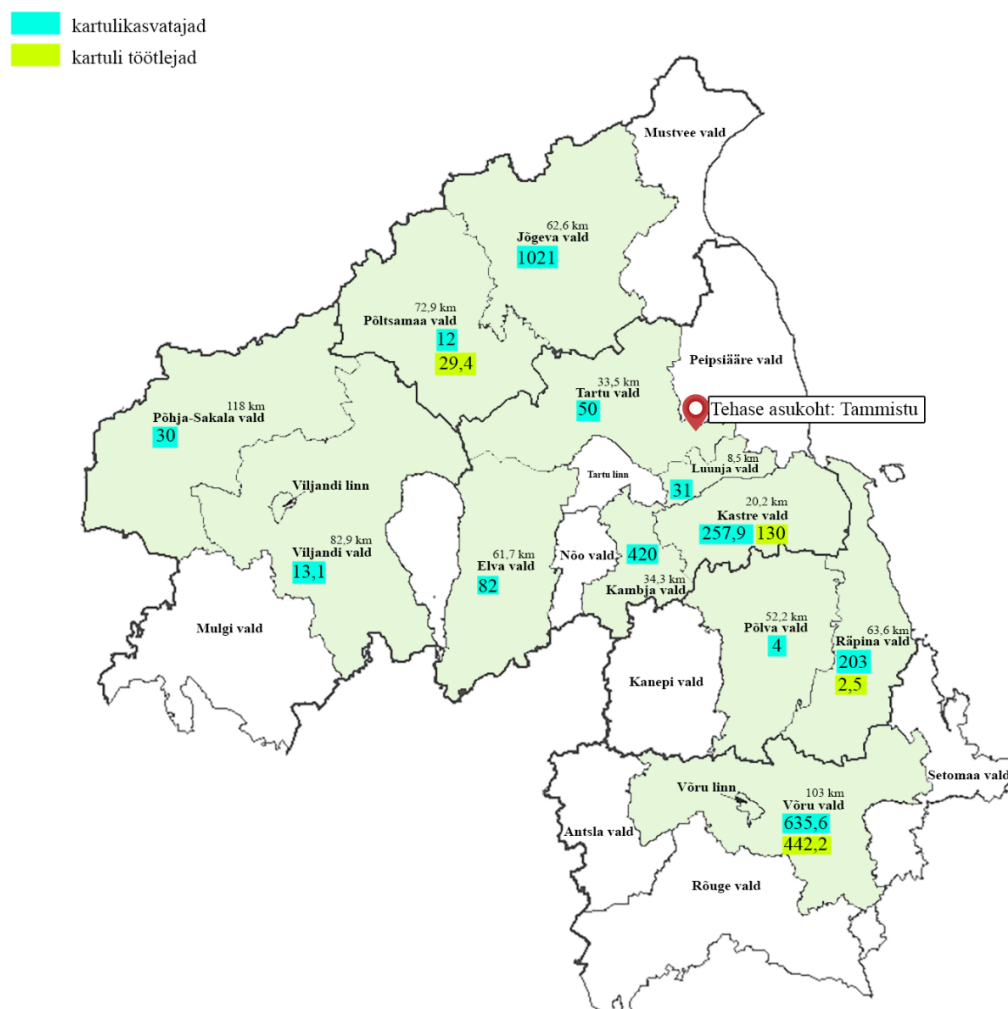
2.3. Kartulikoortest tehtud ekstrakti tootmisvõimalused Lõuna-Eestis

2.3.1. Kartulikoorte ekstaheerimistehase asukoht ja biomassi logistika

Kõige suuremad biomassi kogused tulevad vastajate põhjal Võru maakonnast, Jõgeva maakonnast ja Tartu maakonnast. Tootmishoone puhul on võimalik antud tehas ehitada valitud maakondadesse või otsida kinnisvaraturult sobiv hoone.

Antud magistritöö raames otsustati valida sobiv tehas kinnisvaraturul pakutavatest hoonetest. Kinnisvara müügikuulutus sobiva tehase asukohaga leiti 04.05.2021 kuupäeval. Tootmishoone asub Tartu vallas, Tammistu külas. Ärihoone suletud netopind on 1359,3 m² ja hind 350 000 €. Hoones tegutseb lihatööstus, mistõttu on olemas säilitamiseks vajalikud jaheruumid (12-16 °C) ja külmutusruum temperatuuriga -18 °C. Samuti on hoonel olemas kehtiv kasutusluba toiduainetööstuseks ja elektrivõrk on sobilik tööstuslike seadmete kasutamiseks. (Lisa)

Lähtuvalt tehase asukohast koostati kartuli biomassi ja tehase asukoha vaheliste kauguste kaart. Vastajatelt, kes on nõus ära andma biomassi, küsiti nende asukoha valda. Kilomeetrite kaugused on märgitud valla täpsusega. (Joonis 20)



Joonis 20. Kartulikasvatajate ja -töötledjate biomassi kogused 2020. aastal tonnides valdade lõikes ja kaugused tehase asukohast, km (Maa-amet, 2021; autori koostatud).

Kõige kaugem biomassi asukoht on Põhja-Sakala vallas, mis asub tehasest 118 km kaugusel ja kogus on 30 tonni. Kõige lähim asukoht on Luunja vald, mis asub tehasest 8,5 km kaugusel ja kogus on 31 tonni.

Kuna esialgu kavatsetakse töödelda vaid kartulikoori ja ressursi hankida kartulikasvatajatelt, kes koorivad kartulit, siis biomassi kogus aasta kohta oli neil 2020. aastal 433 tonni. Kartulikasvatajaid, kes on nõus biomassi ära andma, on 6 ja nad asuvad Kastre, Veriora, Võru ja Põltsamaa vallas. Kui planeerida kartulikoorte kogumist kord nädalas, tuleb nädalas sõita marsruudil Tammistu-Kastre-Veriora-Võru-Põltsamaa-Tammistu marsruudil kokku 342 km (Lisa 10).

Kõige suurem kartulikoorte kogus tuleb Võru vallast, kus asub kaks kartulikasvatajat, kes tegelevad kartuli koorimisega. Kõige vähem kartulikoori tuleb Veriora vallast, kus asub üks kartulikasvataja, kelle aasta keskmine koorte kogus on 3 tonni. (Tabel 8) Kuna koorte ressursi tekib kasvatajatelt vastavalt kooritavatel kogustel, siis tuleb logistika korraldada kartulikasvatajatega kooskõlastatult. Antud magistritöö raames on arvestatud, et koori transporditakse kord nädalas.

Tabel 8. Kartulikoorte kogus kartulikasvatajatel 2020. aastal tonnides ja prognoositav kartulikoorte kogus 2021. aastal tonnides

Vald	Kartulikoorte kogus 2020. aastal tonnides	Prognoositav kartulikoorte kogus 2021. aastal
Veriora vald	3	3,00
Põltsamaa vald	10	9,50
Võru vald	320	320,00
Kastre vald	100	103,00
Kokku	433	435,50

Kui kartulikoorte kogus on kartulikasvatajatel 400 tonni aastas, siis keskmiselt tuleb transportida 33 tonni kartulikoori kuus.

2.3.2. Kartulikoorte ekstraheerimise tootmiskulud

Eesmärgiks on töödelda kartulikasvatajatel tekkivad kartulikoored. Kartulikasvatajate 2020. aastal tekkiv koorte ressursi oli 433 tonni. Tootmisomahinna arvutamisel arvestatakse aastaseks töödeldavaks koguseks 400 tonni kartulikoori. Ühes kuus töödeldav kogus on keskmiselt 33 tonni, millest on võimalik toota 10 318 liitrit ekstrakti.

Ekstrakti tootmiskulude leidmisel kasutatakse COM'i (*cost of manufacturing*) valemit, mis arvestab tootmiskuludesse investeeringud, tööjõukulud, toorainekulud, jäätmekäitluskulud ja kommunaalkulud. Metoodika keskendub kolmele kulu rühmale, milleks on otsesed kuud, püsikulud ja üldkulud. Otsekulude all on tooraine-, kommunaalteenuste- ja tööjõukulud. Püsikuludes on kulud, mis ei sõltu tootmismahust, näiteks amortisatsioon, maksud, kindlustus jne. Üldkulude all on halduskulud, müügikulud. Valem arvestab põhimõtet, et tootmis- ja tööjõukulud moodustavad suurima osakaalu ekstraktide tootmiskuludest. (Rosa jt, 2015 ref Pereira jt, 2010: 362)

Ekstraheerimise tootmiskulude leidmisel arvutatakse kulud liitri kohta (Pereira jt, 2010: 363)

$$COM (\text{€/l}) = 0,304F_{CI} + 2,73C_{OL} + 1,23(C_{RM} + C_{WT} + C_{UT})$$

Kus COM on tootmiskulud €/l ekstrakti kohta;

F_{CI} – investeeringud €/l kohta

C_{OL} – tööjõukulud €/l kohta

C_{RM} – tooraine hind €/l kohta

C_{WT} – jäätmekäitlus €/l kohta

C_{UT} – kommunaalid €/l kohta

Ekstraheerimise tootmishoone asub Tammistu külas Tartumaal. Hoone hinnaks on 350 000 € (Lisa 7). Hoone hinnas on sees ka lihatööstustehnika, kuid maakleri sõnul on võimalik osta hoone ka ilma seadmeteta ja hoone hind oli 2018. aasta hindamisakti kohaselt 270 000 €.

Seadmete maksumuse kohta tegi töö autor päringud ja investeeringud tootmisliini seadmetele maksavad kokku 128 822 € (Lisa 8). Tootmishoone ja tootmisliin on kokku 398 822 €. Kartulikoorte transportimiseks on planeeritud osta külgakardinaga veok Scania R450. Veoki hind on 115 497 €. Veoki kandevõime on 14,2 tonni. (Lisa 9) Veokiga kaasnevad igaaastased kulutused, nagu kindlustus, remondi- ja hoolduskulud. Kindlustuse hind on lkf.ee andmetel antud sõidukil If P&C Insurance AS'is aastas 2206 € (Lisa 9). Remondi ja hoolduskuludeks on planeeritud 2000 €. Kui arvestada ka paigalduse kulusid ja tehase ümber seadistamise kulusid, on hinnanguline alginvesteeringu kogusumma 534 319 €.

Töötajatest on ekstrakti tootmiseks vaja 4 töötajat tootmisliinile. Nende töötasuks on arvestatud 1400 € brutopalgana, mis teeb tööandja kuluks ühes kuus kokku 7492,8 €.

Tootmisjuhi palgaks on arvestatud 1800 € brutotasu, mis teeb tööandja kuluks 2408,40 € kuus. Laotöölisi on tehases vaja 2, kes tegelevad tooraine ladustamise ja toodangu ladustamisega. Nende brutopalgaks on arvestatud 1200 € ja tööandja kulu laotöölistele on kokku 3211,20 €. Veokijuhi töötasuks on arvestatud 1300 € brutopalgana, mis teeb tööandja kuluks kuus 1739,40 €. Tootmisega seotud tööjõukulud on kokku 14 851,80 € kuus.

Ekstrakti tootmise tooraineeks on kartulikoored, etanool ja vesi. Kartulikoorte kuluks on arvestatud transpordikulud. Kui kord nädalas transportida kartulikasvatatelt koori, on ühe marsruudi pikkus 342 km. Veoki keskmine kütusekulu on 24 l/100km ja kuus kulub keskmiselt marsruudi läbimisel 342 l diiselkütet. Kütet hangitakse Terminali tanklast, kus 1 l diiselkütte hind on 1,199 € (Terminal, s.a). Sellest tulenevalt on igakuised transpordikulud biomassile keskmiselt 382,70 €. Keskmiselt on võimalik tehases töödelda 33 tonni kartulikoori. Pärast koorte kuivatamist jääb antud kogusest järgi 7 tonni koori, mis pärast jahvatamist segatakse lahustiga suhtele 1:10. Lahustiks kasutatakse 80% vee ja 20% etanooli segu. Vett kulub antud koguse ekstraheerimiseks 56 000 l ja etanooli 14 000 l. Veekulu kommunaalkuludena ei kaasne, kuna vesi tuleb puurkaevust ja olemas on ka vee soojendamise süsteem (Lisa 7). Etanooli on võimalik saada 1000 l konteineris, mille hinnaks on 908 € koos transpordiga (Masterchem, s.a). Etanooli maksumus on kuus keskmiselt 12 712 €. Kokku on kulud toorainele ühes kuus 13 094,70 €.

Kommunaalkulud koosnevad põhiliselt elektrikuludest. Elektrikulud seadmetele on igakuiselt kokku 577,86 €. Elektri kWh hinnaks arvestati 0,6 senti, mis on 220 Energia OÜ keskmine kWh hind (Elektrihind..., s.a). Lisaks on arvestatud muude elektrikuludele kuus keskmiselt 166,67 €, mis teeb igakuisteks elektrikuludeks 744,53 €.

Jäätmed tekivad filtreerimise etapis, kus kartulikoored filtreeritakse välja ekstraheeritud segust. Hinnanguliselt tekib 33 tonni koorte töötlemisel jäätmeid 10,32 tonni kuus - 7 tonni kartulikoori ja 3,32 tonni koortesse imendunud lahuse jääke. Jäätmetest on võimalik toota biogaasi. Jäätmeid on võimalik pakkuda Tartu Biogaas OÜ'le või Vinni Biogaas OÜ'le, kes tegelevad põllumajanduslike substraatide töötlemisega (Põllumajandus..., 2020). Seega ei ole esialgselt planeeritud jäätmekäitluskulusid, kuna jäätmete transport on korraldatud biogaasitehaste poolt.

Ühes kuus on võimalik toota 33 tonnist kartulikoortest 10 318 liitrit kartulikoorte ekstrakti. Sellest tulenevalt on ühe kuu kohta arvestatud kulud jagatud kuus toodetud liitritega. (Tabel

9) Alginvesteeringu puhul arvutati välja seadmete aastane amortisatsioon ja jagati aastase tootmismahuga. (Lisa 8)

Tabel 9. Alginvesteeringu, tööjõukulude, tooraine hinna, kommunaalide ja jäätmekäitluse kulu €/l kohta

Kulu liik	Hind, €/l
Alginvesteering	0.2097
Tööjõukulud	1.4394
Tooraine hind	1.2691
Kommunaalid	0.0722
Jäätmekäitus	0.0000

Eelnevaid kulusid arvesse võttes on ekstrakti tootmiskulu järgnev:

$$COM (\text{€/l}) = 0,304 * 0,21 + 2,73 * 1,44 + 1,23(1,27 + 0,07 + 0) = 5,64 \text{ €/l}$$

Kõige suuremad kulud on ekstrakti tootmisel tööjõukulud ja tooraine hind. Ekstrakti tootmiskulud ühe liitri kohta valitud tootmismahu korral on 5,64 €.

Ekstrakti on võimalik pakendada suurtesse kanistritesse või müüa väikestes pudelites. Kui vaadata turul olevaid analoogseid tooteid, siis antioksidantidel põhinev säilitusaine müügihind 29,57 ml pakendis on 4,02 € (Pastry Chef..., s.a). Antud antioksidandi ühe liitri hind 135,95 eurot. Etanooliga ekstraheeritud ja hiljem pulbriks tehtud kartulikoore ekstrakt on müügihinnaga 82,2 €/25 kg (Source Herb, s.a). Kartulikoore ekstrakti pulbri hind on ühe kg kohta 3,29 €.

Eestis turul olev looduslik säilitusaine on müügil 50 ml kaupa ja selle hind on 5,90 €. Seda on võimalik kasutada toodetes, mis on tehtud vee ja õli baasil. (Zinus, s.a) Kuna praeguse tootmismahu juures on igakuine toodang 10 318 l kuus ja kui pakendada 1 ja 5 liitristesse pakenditesse, on hinnanguliselt 1 liitrise toote hind 10 € ja 5 liitri hind 40 € (Tabel 10).

Tabel 10. Planeeritav ühiku hind ja müügitulu eurodes.

Pakend, l	Kogus, tk	Hind, €/tk	Müügitulu, €
1	1318	10	13 180
5	1800	35	63 000
Kokku			76 180

Igakuine tootmiskulu 10 318 liitril on kokku 58 193,52 € ja sellest tulenevalt on orienteeruv kasum 17 986,48 €, mis moodustab 23,61% müügitulust.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Bioenergia ja biopõhiste toodete tootmisel on võimalik kasutada toiduks mittekõlblikku biomassi. Põllumajanduses ja toiduainetööstuses tekib suurel hulgal jääke, mille väärindamine on oluline, kuna loob biojäätmetele lisandväärtust.

Kartulikadude ja -jäätmete kogus Põlva, Võru, Tartu, Jõgeva ja Viljandi maakonna kartulikasvatajatel ja -töötajatel oli 2020. aastal kokku 3929,06 tonni. Kartulikasvatajate hinnangul tekkis saagikoristusel kokku 454,6 tonni kadusid, sorteerimisel 1578,8 tonni ja riknenud säilitatud kartulist 813,22 tonni. Kartulikoorigatel tekkis kokku 478 tonni kartulikoori. Kartuli töötajatel tekkis kokku 604,44 tonni jääke ja kadusid, kus koored moodustasid 481,44 tonni, koorimata riknenud kartul 94,2 tonni ja kooritud riknenud kartul 28,8 tonni.

Võru, Põlva, Tartu, Jõgeva ja Viljandi maakondade kartuli tarbijate kartulikoorte ja riknenud kartuli kogus oli 2020. aastal 0,55 tonni. Riknenud koorimata kartul moodustas sellest 0,017 tonni, kartulikoored 0,413 tonni ja riknenud kooritud kartul 0,116 tonni. Kartuli tarbijate valim moodustus haridusasutustest, lasteaedadest, hooldekodudest ja toitlustusasutustest, kes olid 2020. aastal mõjutatud valitsuse kehtestatud piirangutest, mistõttu oli kartuli tarbimine oluliselt väiksem.

Kartulikasvatajatest olid nõus andma ära tekkinud biomassi, mida tekkis vastanutel 2020. aastal kokku 2759,60 tonni ja kartuli koori tekkis 2020. aastal 433 tonni. Kartuli töötajatest 8 vastajast 7 olid nõus andma ära tekkinud koori ja jäätmekoguseid, mida oli 2020. aastal 602,04 tonni.

Kartuli biomassist valiti väärindamiseks kartulikoored neilt kartulikasvatajatelt, kes olid nõus need ära andma. Kartulikoorte kogus oli 2020. aastal kokku 433 tonni. Tootmiskulude leidmisel arvestati aastase töötlemise kogusena 400 tonni.

Sõltuvalt biomassi asukohast leiti kv.ee lehelt sobiv asukoht tehasele, mis asub Tammistu külas, Tartu vallas. Hoone on endine lihatööstushoone, mistõttu on hoonel olemas

tööstusvool, puurkaev, kanalisatsioonisüsteem ja jahutuskambrid. Ekstraheerimise meetodiks suurte koguste korral on sobilik ultraheli abil ekstraheerimine, kuna ekstraheerimise aeg on võrreldes teiste meetoditega lühem ja vajaminev lahusti kogus on väiksem. Seetõttu on võimalik tooraine kiiremini väärindada, mis aitab vähendada ka tooraine säilituskulusid.

Kui võtta eesmärgiks väärindada kartulit koorivate kartulikasvatajate koored, siis keskmiselt tuleb väärindada 400 tonni aastas. Sellest kogusest on võimalik toota kartulikoorte ekstrakti 123 816 liitrit. Kartulikoortest toodetud ekstrakti on võimalik kasutada säilitusainena toiduainetööstuses ja toorainena kosmeetika-, ravimi- ja keemiatööstuses. Kuna tegemist on loodusliku säilitusainega, siis on ekstrakt sobiv kasutamiseks mahetoodete tootjatele.

Ekstrakti tootmiskuludest on suurim kulud tööjõule ja toorainele. Ekstrakti tootmiskulu ühe liitri kohta on 5,64 €. Tööjõukulud moodustasid 1,44 €/liitri kohta ja tooraine kulud 1,27 €/liitri kohta. Tooraine kuludest moodustas suurema osa etanooli maksumus. Võrreldes analoogseid tooteid turul ja võttes arvesse ka tehase tootmismahtu, on võimalik toodet müüa 7-10 €/l, mis näitab, et tehasel on võimalik kartulikasvatajate kartulikoorte väärindamisel efektiivselt toimida.

Kartulikoorte ekstraheerimine annab lahenduse nii mahetootjatele, kes saavad oma tooteid säilitada loodusliku säilitusainega ja samuti ka kartulikasvatajatele ja -töötajatele, kellel tekib koori ja kes soovivad nendest vabaneda.

Magistritöös keskenduti kartulikasvatajatel tekkivate koorte väärindamisele. Kartulikadudest ja -jääkidest on võimalik toota ka etanooli ja biogaasi. Kui integreerida tehasesse ka etanoolitootmine, oleks võimalik ekstrakti tootmiseks vajaliku etanooli kulu vähendada ja väärindada suuremas mahus kartulikasvatustes ja -tootmises tekkivat biomassi. Samuti on võimalik toota biogaasi riknenud kartulist ja ekstraheerimise jäätmetest, millest on võimalik toota elektrit tehasele, et vähendada ka elektrikulu.

Etanooli ja biogaasi tootmist koos ekstrakti tootmisega tasub kindlasti edasistes uuringutes analüüsida, kuna see annaks võimaluse Lõuna-Eesti maakondadest tekkiva kartuli biomassi täielikult väärindada ning annaks kartulikasvatajatele ja -töötajatele väljundi vabanemaks kartulikadudest ja -jääkidest.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk oli selgitada, kas Võru, Põlva, Tartu, Jõgeva ja Viljandi maakondades tekib kartuli biomassi piisavalt, et kartulikoortest toodetud ekstrakti ühikuhind võimaldab ekstraheerimistehasel efektiivselt toimida. Töö käigus selgus, et kartulikoori tekib piisavalt, et tagada tehasele tootmismaht ja konkurentsivõimeline ühikuhind.

Töö teoreetilises osas antakse ülevaade biomajanduse olulisusest, kartulikasvatusest Eestis, kartulikadude ja -jääkide väärindamise võimalustest, kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmistehnoloogiatest ja ekstrakti omadustest. Töö teine osa annab ülevaate viie maakonna kartulikasvatajatel, -töötajatel ja -tarbijatel tekkivate kartulikadude ja -jäätmete kogusest ja tootmiskuludest.

Esimeseks uurimisülesandeks oli selgitada biomassi väärindamise olulisust. Biomassi väärindamisele on järjest enam tähelepanu pöörama hakatud. Biomassi kasutatakse suuremas osas toiduainetööstuses ja materjalitööstuses. Lisaks on biomassist võimalik toota biokütuseid ja kemikaale. Oluline on ka biojäätmete ja kõrvalsaaduste väärindamisele. Bioenergia ja biopõhiste toodete tootmisel on võimalik kasutada toiduks mittekõlblikke tootmisjääke ja biomassi. Toiduainetööstuses ja põllumajanduses tekib suurel hulgal jääke, siis seetõttu on biomassi väärindamine oluline. Väärindamise läbi on võimalik anda biojäätmetele lisandväärtust, toetada jätkusuutlikku arengut ja toota suurema väärtusega toorainet.

Teiseks uurimisülesandeks oli anda ülevaade kartulikasvatusest Eestis. Kuigi kartuli saagikus on 20 aastaga suurenenud ligi 59%, on kartuli kasvupind alates 2000. aastast vähenenud 2020. aastaks üle 8 korra. Kartuli kaubandusbilanss on negatiivne ja kohalikku turuhinda mõjutavad ka naaberriikide kartulihinnad.

Kolmandaks uurimisülesandeks oli anda ülevaade kartulikadude ja -jääkide väärindamisest. 2020. aastal kartulikasvatajate seas läbi viidud uuringust selgus, et keskmiselt tekib tarbekartuli kadu ligikaudu 33,7%. Sõltuvalt kartuli kvaliteedist on võimalik kartulikadusid ja -jääke väärindada friikartuliteks, kooritud kartuliteks, etanooliks, tärkliseks biogaasiks,

etanooliks kui ka ekstraheerimiseks. Kartulikoortest on võimalik teha kõrge väärtusega ekstrakti, mis on antioksüdantide rikas ja sisaldab kasulikke fenoolseid aineid. Ekstrakti on võimalik kasutada nii toiduainetööstuses säilitusainena, keemiatööstuses toorainena, kosmeetikatööstuses koostisosana.

Magistritöö raames läbiviidud küsitlustest selgus, et kartulikasvatamisel tekkis 2020. aastal kokku 3324,62 tonni kadusid ja jäätmeid, millest 478,00 tonni oli kartulikoori. Kartulikasvatamisel tarbekartuli kadu oli vastajate seas 26,27%. Küsitlusele vastanud kartulitööstustel tekkis kartuli jäätmeid kokku 604,44 tonni, millest oli kartulikoori 481,44 tonni. Uuringus osalenud kartulitarbijatel tekkis 2020. aastal kokku 0,55 tonni.

Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmishinna arvutamisel võeti eesmärgiks väärindada kõik kartulikasvatamisel, kes olid nõus kadusid ja jäätmeid ära andma, tekkivad kartulikoored, mida oli üle 400 tonni. Sellest tulenevalt valiti tehase asukohaks Tammistu küla Tartumaal. Hoones on olemas ka tööstuslik vool, eraldi kanalisatsioonisüsteem ja puurkaev, mistõttu otsustati selle asukoha kasuks.

Kartulikoortest toodetud ekstrakti tootmishinnaks tuli 5,64 € liitri kohta, millest suuremateks kuludeks olid toorainekulud ja tööjõukulud. Võimaliku müügihinna leidmiseks uuriti turul müüdavaid analoogseid tooteid, milleks olid antioksüdandil põhinev säilitusaine, kartulikoortest toodetud ekstrakti pulber ja looduslikel komponentidel põhinev säilitusaine. Sellest tulenevalt valiti ekstrakti pakendamiseks 1l ja 5l pakend ja müügihinnaks 1 liitrisel pudelil 10 € ja 5 liitrisel kanistril 7 €/l. Tehase orienteeruv kasum kuus on 17 986,48 €.

Kartulikoortest toodetud ekstrakt aitab jäätmeid väärindada ja luua kõrgema lisandväärtusega toote. Ekstrakt on alternatiiv sünteetilistele säilitusainetele, lahendab kartulikasvatamisel ja -tööstustel kartulijäätmete realiseerimise probleemi ja arendab ringbiomajanduse valdkonda. Magistritöös püstitatud eesmärk sai täidetud ja uurimisülesanded lahendatud.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Aav, A., Mootse, H., Tähtjärv, T.** (2019). Kartulikasvataja väljakutse - toodangule lisandväärtuse andmine. – *Konverentsi „Terve loom ja tervislik toit 2019“ kogumik*. Tartu: Eesti Maaülikool, lk 52.
2. **Abubakar, A.R., Haque, M.** (2020). Preparation of Medicinal Plants: Extraction and Fractionation Procedures of Experimental Purposes. – *J Pharm Bioallied Sci*. Vol. 12, pp. 1-10
3. **Abdulah, S., Abdullah, V.S., Kamel, F.H.** (2020). Extraction of α -solanine and α -chaconine from green potato tubers and evaluation of its antimicrobial activity. – *Plant Archives*. Vol. 19, No.2, pp. 4009-4014
4. **Alaa, A., Abdulhakim, A., Rawaa, T.** (2019). Potato and tomato peel extract – A natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in lamb meat (Awassi) refrigerator storage. – *Journal of Food*. Vol. 2. pp. 1-5
5. Analüüs ja ettepanekud “Eesti biomajanduse arengukava aastani 2030” koostamise osas. (2015). Tallinn: Maaeluministeerium. [veebileht] <https://www.agri.ee/sites/default/files/content/arengukavad/biomajandus/2030/biomajanduse-arengukava-2030-ettepanek-2015-10-22.pdf> (26.03.2021)
6. **Annuk, A., Jõgi, E., Tamm, T., Kriipsalu, M., Kosk, A., Bogdanov, P., Normak, A.** (2011). Tartumaa taastuvate, olme- ja tööstusjäätmete energiaressursside ülevaade. Tartu: Eesti Maaülikooli Tehnikainstituut. [veebileht] https://www.tas.ee/wp-content/uploads/2012/11/Tartumaa-energiaressurss_lopparuanne.pdf (29.03.2021)
7. **Ata, R., Othman, N.Z., Aladdin, A., Malek, R.A.** (2015). Lactic acid applications in pharmaceutical and cosmeceutical industries. – *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. Vol. 7, No. 10, pp. 729-735
8. Autoline. (s.a) Külgekardinaga veok Scania R 450 /Jumbo 120 M3 / vehicular + kardinhaagis. [veebileht] <https://autoline.ee/-/muuk/kulgekardinaga-veokid/SCANIA-R-450-JUMBO-120-M3-VEHICULAR--21031017151131452800> (28.04.2021)
9. Biogaasi tootmine ja kasutamine: Käsiraamat. (2009). Tartu: Eesti Põllumeeste Keskliit. 157 lk.
10. Biopact (2007). Valencia to make ethanol from orange peels. [veebileht] <https://global.mongabay.com/news/bioenergy/2007/02/valencia-to-make-ethanol-from-orange.html> (18.03.2021)

11. **Burgen, S.** (2021). "A role model": how Seville is turning leftover oranges into electricity. *The Guardian*. [veebileht] <https://www.theguardian.com/environment/2021/feb/23/how-seville-is-turning-leftover-oranges-into-electricity> (18.03.2021)
12. Eesti Konjunkturiinstituut. (2021). Kodumaiste mahetoidukaupade ja võrdluseks tavatoidukaupade* keskmised jaehinnad Eesti kauplustes. [veebileht] <https://www.ki.ee/hinnad/mahe.htm> (03.04.2021)
13. Elektrihind. (s.a). Börsipaketid. [veebileht] <https://elektrihind.ee/paketid> (07.05.2021)
14. Selling prices of main crop potatoes. (andmed uuendatud 21.04.2021). - *Eurostat*. <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (01.05.2021)
15. European Commission. (s.a). Bioeconomy. [veebileht] https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/bioeconomy_en (05.02.2021)
16. Eesti Maaeluministeerium. (s.a). Glükoalkaloidid. [veebileht] <https://www.agri.ee/et/glukoalkaloidid> (01.05.2021)
17. **Gaudino, E.C., Colletti, A., Grillo, G., Tabasso, S., Cravotto, G.** (2020). Emerging processing technologies for the recovery of valuable bioactive compounds from potato peels. – *Foods*. Vol. 9, No. 11, 19 lk [veebileht] <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/11/1598> (29.04.2021)
18. **Gebrechistos, H.Y., Chen, W.** (2018). Utilization of potato peel as eco-friendly products: A review. – *Food Science & Nutrition*. Vol. 6, No. 6. [veebileht] https://www.researchgate.net/publication/326373788_Utilization_of_potato_peel_as_eco-friendly_products_A_review (13.04.2021)
19. **Gebrechistos, H.Y., Ma, X., Xiao, F., He, Y., Zheng, S., Oyungerel, G.** (2020). Potato peel extracts as an antimicrobial and potential antioxidant in active edible film. – *Food Science & Nutrition*. Vol. 8, No. 12. [veebileht] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.1119?fbclid=IwAR3M-ylHSW1dqaubeBf14gG8RyOiHXNg5Yz--FdfnINwTJqTNjcO8DZmkgk> (13.04.2021)
20. **Helal, M.M., El-Adawy, T.A., El-Beltagy, A.E., El-Bedawey, A.A., Youssef, S.M.** (2020). Evaluation of potato peel extract as a source of antioxidant and antimicrobial substances. – *Menuofia J.Food & Dairy Sci*. Vol. 5, pp. 79-90
21. Hemp essential oil ethanol centrifuge extractor machine. (s.a) Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/Hemp-Essential-Oil-Ethanol-Centrifuge-Extractor_62336537457.html (06.05.2021)
22. Hielscher. (s.a). UIP16000 – Most Powerful Ultrasonic Processor. [veebileht] https://www.hielscher.com/ui16000_p.htm (29.04.2021)
23. **Hossain, M.B., Tiwari, B.K., Gangopadhyay, N., O'Donnell, C.P., Brunton, N.P., Rai, D.K.** (2014). Ultrasonic extraction of steroidal alkaloids from potato peel waste. – *Elsevier*. Vol. 31, No. 4, pp. 1470-1476

24. **Hossain, M.B., Rawson, A., Aguiló-Aguayo, I., Bruton, N.P., Rai, D.K.** (2015). Recovery of steroidal alkaloids from potato peels using pressurized liquid extraction. – *Molecules*. Vol. 21, No. 5, pp. 8560-8573
25. **Hossain, M.B., Rai, D.K., Bruton, N.P.** (2016). Effect of Drying Methods on the Steroidal Alkaloid Content of Potato Peels, Shoot and Berries. – *Molecules*. Vol. 21, No. 4 [veebileht] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6273710/> (25.04.2021)
26. Industrial filtration Stainless steel 1, 2 & 4 Bag Filter Housing for Paints & Coatings filtering machine. (s.a). Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/industrial-filtration-Stainless-steel-1-2_1600172258040.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.66bd30c1fMgMiL&s=p (06.05.2021)
27. **Javed, A., Ahmad, A., Tahir, A., Shabbir, U., Nouman, M., Hameed, A.** (2019). Potato peel waste – its nutraceutical, industrial and biotechnological applications. – *Agriculture and Food*. Vol. 4, No. 3, pp. 807-823
28. **Kittisilpa, J.** (2020). Thai researcher wonders if chicken feathers on the menu might fly. – *The Jakarta Post*. [e-ajakiri] <https://www.thejakartapost.com/life/2020/12/17/thai-researcher-wonders-if-chicken-feathers-on-the-menu-might-fly.html> (26.03.2021)
29. **Kivistik, J.** (1995). Kartuli tootmine, töötlemine ja tarbimine Eesti Vabariigis. Eesti Agraarökonoomistide Assotsiatsioon. 111 lk.
30. **Kilpimaa, S., Kuokkanen, T., Lassi, U.** (2009). Bioethanol production from waste potatoes. University of Oulu, Department of Chemistry. Energy Research. 21-23 lk
31. Kinnisvaraportal kv.ee (2021). Müüa äripind, tootmine, 1 359,3 m³ – Pajumaa, Tammistu, Tartu vald, Tartumaa. [veebileht] <https://www.kv.ee/asukohttammistu-jaab-aovere-luunja-maanteelt-ca-3-3217789.html> (02.05.2021)
32. **Kusuma, H.S., Mahfud, M.** (2016). Preliminary study: kinetics of oil extraction from sandalwood by microwave-assisted hydrodistillation. – *ASEAN Journal of Chemical Engineering*. Vol. 15, No. 2, pp. 62-69
33. **Laansalu, A.** (2003). Põllumajandus ja maaelu areng. Ülevaade 2002/2003. Tallinn: Põllumajandusministeerium. 163 lk.
34. **Lahmanov, D.E., Varakina, Y.I.** (2019). A short review of sample preparation methods for the pesticide residue analysis in fatty samples. – *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. Vol. 263. [veebileht] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/263/1/012061/pdf> (22.04.2021)
35. Large capacity 100kg/batch tray dryer for vegetables fruits dehydrator oven. (s.a). Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/Large-capacity-1000kg-batch-tray-dryer_60829122772.html (06.05.2021)

36. Lettuce washing machine bubble cleaner vegetable washer fruit washing machine. (s.a) Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/Vegetable-Washer-Fruit-Washing-Machine-Lettuce_1600101192419.html?spm=a2700.galleryofferlist.topad_classic.d_title.125f494194IEdG (06.05.2021)
37. **Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., Searcinger, T.** (2013). Reducing Food Loss and Waste. – *World Resources Institute*. [veebileht] https://pdf.wri.org/reducing_food_loss_and_waste.pdf (28.03.2021)
38. Maa-Amet. (2021). Haldus- ja asustusjaotus. [veebileht] <https://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Haldus-ja-asustusjaotus-p119.html> (04.05.2021)
39. **Maldonado, A.F.S., Mudge, E.M.** (2014). Extraction and fractionation of phenolic acids and glycoalkaloids from potato peels using acidified water/ethanol-based solvents. – *Food Research International*. Vol. 65, pp. 27-34
40. MES Nõuandeteenistus. (2021). Kartulisordid. [veebileht] <https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kartul/kartulisordid/?cookie-state-change=1619677896095> (29.04.2021)
41. Mes Nõuandeteenistus. (2014). Kartulikasvatuse agrotehnikad. [veebileht] <https://www.pikk.ee/valdkonnad/taimekasvatus/koogiviljandus/kartul/kartulikasvatuse-agrotehnikad/> (23.04.2021)
42. **Nichols, L.** (2021). Overview of extraction. – *Chemistry LibreTexts*. [veebileht] [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_Organic_Chemistry_Lab_Techniques_\(Nichols\)/04%3A_Extraction/4.02%3A_Overview_of_Extraction](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_Organic_Chemistry_Lab_Techniques_(Nichols)/04%3A_Extraction/4.02%3A_Overview_of_Extraction) (01.05.2021)
43. **Ots, Oliver.** 2017. Mittestandartsed mugulad kui probleem kartulikasvatuses ja selle võimalikud lahendused Kartuliait OÜ näitel. Magistritöö. Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituut. Tartu. 72 lk
44. **Palvista, A.D.** (2001). Green potatoes: The problems and solutions. – *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln*. [veebileht] https://www.researchgate.net/publication/254702548_G1437_Green_Potatoes_The_Problems_And_The_Solution (28.04.2021)
45. Pastry Chef Central (s.a). Food preservatives. Item#:Lorann-6065. [veebileht] https://pastrychef.com/FOOD-PRESERVATIVES_p_2087.html (10.05.2021)
46. **Pathak, P.D., Puranik, N.M., Jambhulkar, S.J., Mandavgane, S.A., Kulkarni, B.D.** (2017). Valorization of Potato Peel: a biorefinery approach. – *Critical Reviews in Biotechnology*. Vol. 38, No. 2, 44 lk. [veebileht]

- https://www.researchgate.net/publication/316416404_ValORIZATION_of_Potato_Peel_a_biorrefinery_approach (14.04.2021)
47. **Pereira, C.G., Meireles, M.A.A.** (2010). Supercritical fluid extraction of bioactive compounds: Fundamentals, applications and economic perspectives. – *Food Bioprocess Technol.* Vol. 3, pp. 340-372
 48. PM0281: Põllumajandusmaa ja -kultuurid maakonna järgi. (andmed uuendatud 22.02.2021). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmed.stat.ee/> (04.03.2020)
 49. PMS147: Kartulikasvatuse kasvatamisala suurusklassi järgi. (andmed uuendatud 27.01.2021). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmed.stat.ee/> (04.03.2020)
 50. PM31: Kartuli ressurss ja kasutamine. (andmed uuendatud 22.03.2021). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmed.stat.ee/> (04.03.2020)
 51. **Rosa, P.T.V., Meireles, M.A.A.** (2005). Rapid estimation of the manufacturing costs of extracts obtained by supercritical fluid extraction. – *Journal of Food and Engineering*. Vol. 67, pp. 235-240
 52. Professional automatic commercial industrial herb powder grinder. (s.a) Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/professional-automatic-commercial-industrial-herb-powder_60791895559.html (06.05.2021)
 53. Põllumajandus.ee (2020). Kohalik biometaanitootmine sai juurde kaks jaama. – *Põllumajandus.ee*. [veebileht] <https://pollumajandus.ee/uudised/2020/08/31/kohalik-biometaanitootmine-sai-juurde-kaks-jaama>
 54. Revision of the EU Bioeconomy Strategy and the role of the agricultural sector. (2018). Brussels: Council of the European Union. [veebileht] <http://www.consilium.europa.eu/media/32637/revision-of-the-eubioeconomy-strategy-and-the-role-of-the-agricultural-sector.pdf> (05.05.2021)
 55. RV021: Rahvastik soo ja vanuserühma järgi, 1. jaanuar (andmed uuendatud 18.01.2021). – *Eesti Statistika andmebaas*. <http://andmed.stat.ee/> (04.03.2020)
 56. **Samarin, A.M., Poorazarang, H., Hematyar, N., Elhamirad, A.** (2012). Phenolics in potato peels: extraction and utilization as natural antioxidants. – *World Applied Sciences Journal*. Vol. 18, No. 2, pp. 191-195
 57. **Sharma, S., Meena, R., Sharma, A., Goyal, P.K.** (2014). Biomass Conversion Technologies for Renewable Energy and Fuels: A Review Note. – *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*. Vol. 11, No. 2, 9 lk
 58. **Silva-Beltrán, N.P., Chaidez-Quiroz, C., López-Cuevas, O., Ruiz-Cruz, S., López-Mata, M.A., Del-Toro-Sánchez, C.L., Marquez-Rios, E., Ornelas-Paz, J.J.** (2017). Phenolic compounds of potato peel extract: their antioxidant activity and protection against human enteric viruses. – *J. Microbiol. Biotechnol.* Vol. 27, No. 2, pp. 234-241

59. **Smerilli, M., Neureiter, M., Haas, C., Frühauf, S., Fuchs, W.** (2016). Valorization of Potato-processing Residues for the Production of Lactic Acid. – *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*. Vol. 30, No. 2, pp. 255-263
60. Source herb (s.a) Manufacturer supply natural high quality potato root extract/potato leaf extract. – Made-in-China. [veebileht] <https://sourceherb.en.made-in-china.com/product/eNZTIPRoLwfb/China-Manufacturer-Supply-Natural-High-Wuality-Potat-Root-Extract-Potato-Leaf-Extract.html> (10.05.2021)
61. Säastev areng (2019). Tallinn: Keskkonnaministeerium. [online] <https://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/saastev-areng> (26.03.2021)
62. **Zarins, R., Kruma, Z., Skrabule, I.** (2018). Optimisation of biologically active compounds ultrasound assisted extraction from potatoes using response surface methodology. – *Agronomy Research*. Vol. 16, No.2, pp. 1534-1545.
63. Zinus. (s.a). Säilitusaine ÖKO toodetele 50 ml. [veebileht] <https://zinus.ee/toode/sailitusaine-ok-toodetele-50-ml/> (10.05.2021)
64. Terminal (s.a) Hinnad teenindusjaamades. [veebileht] <https://www.terminaloil.ee/> (08.05.2021)
65. United Nations. (s.a). The sustainable Development Agenda. [veebileht] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/> (23.03.2021)
66. Vacuum ethanol recovery falling film evaporator. (s.a) Alibaba. [veebileht] https://www.alibaba.com/product-detail/Ethanol-Evaporator-Evaporator-Ethanol-Evaporator-Vacuum_62425671191.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.eae4f757No21Rb&s=p (06.05.2021)
67. **Venturi, F., Bartolini, S., Sanmarti, C., Orlando, M., Taglieri, I., Macaluso, M., Lucchesini, M., Trivellini, A., Zinnai, A., Mensuali, A.** (2019). Potato peels as a source of novel green extracts suitable as antioxidant additives for fresh-cut fruits. – *Applied Sciences*. Vol. 9, No. 12, 14 lk [veebileht] <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/12/2431> (01.05.2021)
68. **Värnik, R., Lillemets, J., Aro, K.** (2021a). Projekti „Toidujäätmete ja toidukadude teke Eesti põllumajanduses ja kalanduses“ lõpparuanne. *Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituut*. [veebileht] https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2021/02/Toidukadu_1%C3%B5pparuanne_2021_210218_Rando.pdf (28.04.2021)
69. **Värnik, R., Lillemets, J., Aro, K.** (2021b). Projekti „Toidujäätmete ja toidukadude teke Eesti põllumajanduses ja kalanduses“. *Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituut*. [veebileht] https://www.pikk.ee/wp-content/uploads/2021/02/Toidukadu_aruanne_2020_210218_Rando.pdf (28.04.2021)

70. Ülemaailmsed säästva arengu eesmärgid (2021). Riigikantselei. [veebileht]
<https://riigikantselei.ee/valitsuse-too-planeerimine-ja-korraldamine/valitsuse-too-toetamine/saastev-areng> (26.03.2021)
71. **Wang, S., Lin, A.H-M., Han, Q., Xu, Q.** (2020). Evaluation of Direct Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compunds from Potato Peels. – *Processes*, Vol 8. 14 lk

LISAD

Lisa 1. Kartuli ressurss ja kasutamine aastatel 2000-2020 tonnides (PM31)

Aasta	Tarbimine seemnena	Kadu	Tarbimine loomasöödana	Tööstuslik tarbimine	Inimtarbimine
2000	83404	5282	146458	577	177226
2001	94623	9231	195050	472	178540
2002	72808	8248	117659	350	162690
2003	41904	4960	46144	364	130990
2004	55294	6818	57272	120	138655
2005	52539	4143	40351	0	96905
2006	35600	5244	44239	0	143991
2007	30060	3902	30263	0	113353
2008	33431	4794	30423	0	147401
2009	25737	2505	10750	0	112877
2010	24517	3476	12650	0	120074
2011	26188	3915	20510	0	127316
2012	23088	6697	21204	0	131786
2013	19654	6815	20837	0	114077
2014	13907	2957	20087	0	117548
2015	11501	4496	12096	0	116138
2016	11430	5567	11300	0	118171
2017	11435	2819	4071	0	114837
2018	10904	2587	3995	0	111862
2019	11178	2906	4019	0	127214

**Lisa 2. Kartuli koristuspind, saak ja saagikus maakonniti aastal 2020.
(PM0281)**

	Koristuspind / kandeealine pind, ha	Saak, tonni	Saagikus, t/ha
Maakonnad kokku	3332	88394	26.53
Harju maakond	470	14196	30.20
Hiiu maakond	7	183	26.14
Ida-Viru maakond	40	613	15.33
Jõgeva maakond	252	6376	25.30
Järva maakond	187	4605	24.63
Lääne maakond	103	2539	24.65
Lääne-Viru maakond	257	6883	26.78
Põlva maakond	133	3016	22.68
Pärnu maakond	129	2082	16.14
Rapla maakond	136	3306	24.31
Saare maakond	71	1652	23.27
Tartu maakond	528	14869	28.16
Valga maakond	50	874	17.48
Viljandi maakond	537	16320	30.39
Võru maakond	432	10880	25.19

Lisa 3. Küsitlus kartulikasvatajatele

Lugupeetud kartulikasvataja!

Olen Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi magistrant Liina Kuusik. Alljärgnev küsitlus viiakse läbi eesmärgiga hinnata kartuli esmatöötlemisel tekkivat biomassi kogust (riknenud kartul, kartulikoored jms jäägid, mis algselt ei jõua inimeste toidulaule) ja võimalust ja vajadust selle alternatiivseks väärindamiseks.

Ankeedis on 16 küsimust. Vastuseid ootame hiljemalt 30. aprilliks 2021.

Küsitlus on anonüümne ning Teie poolt täidetud ankeeti kasutatakse vaid eelmainitud magistritöö koostamisel.

Aitäh vastamast!

1. Mis maakonnas asub Teie ettevõte?
2. Kui suur oli Teie ettevõtte kartuli kasvupind 2020. aastal?
 - a. Alla 1 ha
 - b. 1-4,99 ha
 - c. 5-9,99 ha
 - d. 10-19,99 ha
 - e. 20-29,99 ha
 - f. 30-39,99 ha
 - g. 40-49,99 ha
 - h. Üle 50 ha
3. Kui suur oli Teie ettevõtte kartuli kogusaak 2020. aastal tonnides?
4. Hinnanguliselt mitu tonni saagist jäi Teil sel aastal koristamise käigus põllule?
5. Mitu tonni 2020. aasta kartuli saagist läks sorteerimisel praaki?
6. Mis oli kõige suurem praakkartuli tekkepõhjus Teie ettevõttes?
 - a. Haiguse kahjustused (nt pruun- ja märgmädani, kartulilõhed, hallikkärn jms)
 - b. Taimekahjurite tekitatud kahjustused (traatuss, öölane jms)
 - c. Kartul oli ala- või ülemõõduline
 - d. Mehaanilised vigastused
 - e. Muu _____
7. Kuidas kasutate praaki sorteeritud kartulit?
 - a. Loomasöödaks
 - b. Bioenergia tootmiseks
 - c. Komposteerimiseks
 - d. Muu _____
8. Kas müüte kooritud kartulit?

- a. Jah
 - b. Ei
9. Kui jah, siis kui palju tekib hinnanguliselt kartuli koorimisel jääke? (tonnides)
10. Mida Te koorimisel tekkinud jääkidega teete?
- a. Loomasöödaks
 - b. Bioenergia tootmiseks
 - c. Komposteerimiseks
 - d. Muu_____
11. Mitu tonni säilitatud tarbekartulist läks 2020. aasta saagist riknema?
12. Mida Te säilitamisel riknenud tarbekartuliga teete?
- a. Loomasöödaks
 - b. Bioenergia tootmiseks
 - c. Komposteerimiseks
 - d. Muu_____
13. Kas olete huvitatud võimalusest vabaneda kartulikadudest, juhul kui transport on korraldatud?
- a. Jah
 - b. Ei
 - c. Ei oska öelda
14. Kui vastasite eelnevale küsimusele „Ei“, siis põhjendage lühidalt enda vastust.
15. Mis vallas asub Teie ettevõte?
16. Mis on Teie ettevõtte viljelusviis?
- a. Tavatootja
 - b. Mahetootja
17. Kas plaanite jätkata kartuli kasvatamist sama suurel kasvupinnal 2021. aastal?
- a. Jah
 - b. Plaanin laiendada kuni 5 %
 - c. Plaanin laiendada kuni 10 %
 - d. Plaanin vähendada 5%
 - e. Plaanin vähendada 10 %
 - f. Muu_____

Lisa 4. Küsitlus kartuli tarbijatele

Lugupeetud kartuli tarbija!

Olen Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi magistrant Liina Kuusik. Alljärgnev küsitlus viiakse läbi eesmärgiga hinnata kartuli biomassi kogust (riknenud kartul, kartulikoored jms jäägid, mis algselt ei jõua inimeste toidulaule) ja võimalust ja vajadust selle alternatiivseks väärindamiseks.

Ankeedis on 13 küsimust. Vastuseid ootame hiljemalt 30. aprilliks 2021.

Küsitlus on anonüümne ning Teie poolt täidetud ankeeti kasutatakse vaid eelmainitud magistritöö koostamisel.

Aitäh vastamast!

1. Mis maakonnas Teie ettevõtte/asutus tegutseb?
2. Mis vallas asub Teie ettevõtte/asutus?
3. Mis on Teie ettevõtte tegevusala?
4. Kui suures koguses kartulit tarbite igakuiselt keskmiselt?
 - a. Alla 0,5 t
 - b. 0,5-0,9 t
 - c. 1-1,99 t
 - d. 2-2,99 t
 - e. 3-3,99 t
 - f. 4-4,99 t
 - g. 5-5,99 t
 - h. 6-6,99 t
 - i. 7-7,99 t
 - j. 8-8,99 t
 - k. Üle 10 t
5. Millist kartulit ostab Teie ettevõtte/asutus?
 - a. Koorimata kartulit
 - b. Kooritud kartulit
6. Kui ostate koorimata kartulit, siis kui palju tekib hinnanguliselt kartulikoori kuus keskmiselt? (kilogrammides) *Kui tarbite kooritud kartulit, siis võite antud küsimuse vastamata jätta.*
7. Mida Te teete kartulikoortega? *Kui tarbite kooritud kartulit, siis võite antud küsimuse vastamata jätta.*
 - a. Lähevad biojäätmete konteinerisse
 - b. Lähevad komposteerimisse
 - c. Loomasöödaks
 - d. Bioenergia tootmiseks

- e. Muu_____
8. Kui suur kogus koorimata kartulit läheb igakuiselt keskmiselt maha kandmisele erinevate põhjuste (riknemine, mehaanilised vigastused jms) tõttu kilogrammides? ?
Kui tarbite kooritud kartulit, siis võite antud küsimuse vastamata jätta.
9. Mida Te teete maha kantud koorimata kartuliga? ? *Kui tarbite kooritud kartulit, siis võite antud küsimuse vastamata jätta.*
- a. Lähevad biojäätmete konteinerisse
 - b. Lähevad komposteerimisse
 - c. Loomasöödaks
 - d. Bioenergia tootmiseks
 - e. Muu_____
10. Kui suur kogus kooritud kartulit läheb igakuiselt keskmiselt maha kandmisele erinevate põhjuste (riknemine, mehaanilised vigastused jms) tõttu kilogrammides?
Nii ostetud kooritud kartulit kui ka ise kooritud.
11. Mida te teete maha kantud kooritud kartuliga?
- a. Lähevad biojäätmete konteinerisse
 - b. Lähevad komposteerimisse
 - c. Loomasöödaks
 - d. Bioenergia tootmiseks
 - e. Muu_____
12. Kas olete huvitatud võimalusest vabaneda tekkinud kartuli jääkidest, juhul kui transport on korraldatud?
- a. Jah
 - b. Ei
 - c. Ei oska öelda
13. Kui vastasite eelnevale küsimusele „Ei“, siis põhjendage lühidalt enda vastust.

Lisa 5. Küsitlus kartuli töötlejatele

Lugupeetud kartuli töötleja/tarbija!

Olen Eesti Maaülikooli majandus- ja sotsiaalinstituudi magistrant Liina Kuusik. Alljärgnev küsitlus viiakse läbi eesmärgiga hinnata kartuli töötlemisel tekkivat biomassi kogust (riknenud kartul, kartulikoored jms jäägid, mis algselt ei jõua inimeste toidulaule) ja võimalust ja vajadust selle alternatiivseks väärindamiseks.

Ankeedis on 11 küsimust. Vastuseid ootame hiljemalt 30. aprilliks 2021.

Küsitlus on anonüümne ning Teie poolt täidetud ankeeti kasutatakse vaid eelmainitud magistritöö koostamisel.

Aitäh vastamast!

1. Mis maakonnas Teie ettevõtte/asutus tegutseb?
2. Mis vallas asub Teie ettevõtte/asutus?
3. Kui suur oli perioodi 01.01.2020-31.12.2020 töödeldud kartuli kogus tonnides?
4. Kui suur kogus koorimata kartulist jääb töötlemisest kõrvale riknemise vm põhjuse tõttu keskmiselt ühes kuus tonnides? *Kui täpne kogus ei ole teada, esitage hinnanguliselt, tonnides. Kui tegelete kooritud kartuli töötlemisega, siis antud küsimusele vastama ei pea.*
5. Mida te teete koorimata riknenud kartuliga?
 - a. Komposteerin
 - b. Loomasöödaks
 - c. Bioenergia tootmiseks
 - d. Biojäätmete konteinerisse
 - e. Muu_____
6. Kui suur kogus jääke tekib kartuli koorimisel igakuiselt?
 - a. Alla 0,5 t
 - b. 0,5-0,9 t
 - c. 1-1,99 t
 - d. 2-2,99 t
 - e. 3-3,99 t
 - f. 4-4,99 t
 - g. 5-5,99 t
 - h. 6-6,99 t
 - i. 7-7,99 t
 - j. 8-8,99 t
 - k. Üle 10 t
 - l. Ei tegele kartuli koorimisega

7. Mida te koorimisel tekkinud jääkidega teete? *Vastake vaid siis, kui teie ettevõtte tegeleb kartuli koorimisega.*
- a. Komposteerin
 - b. Loomasöödaks
 - c. Bioenergia tootmiseks
 - d. Biojäätmete konteinerisse
 - e. Muu_____
8. Kui suur kogus kooritud kartulist jääb töötlemisest kõrvale riknemise vm põhjuse tõttu keskmiselt ühes kuus tonnides? *Kui täpne kogus ei ole teada, esitage hinnanguline kogus.*
9. Kui palju hinnanguliselt tekib ühes kuus töötlemise teel jääke tonnides kooritud kartulist? *Töötlemise all on mõeldud kõiki etappe pärast koorimist, mille läbides tekib lõpptoode.*
10. Kas olete huvitatud võimalusest vabaneda kartulijääkidest ja -kadudest, juhul kui transport on korraldatud?
- a. Jah
 - b. Ei
 - c. Ei oska öelda
11. Kui vastasite eelnevale küsimusele „Ei“, siis põhjendage lühidalt enda vastust.

Lisa 6. Koorti Kartul OÜ toode „Minikartul Penni“ (autori koostatud)



Lisa 7. Äripind, Pajumaa, Tammistu, Tartu vald (kv.ee, 2021)

Müüa äripind, tootmine, 1 359,3 m² - Pajumaa, Tammistu, Tartu vald, Tartumaa



350 000 € 257 €/m²

Müüa äripind

Üldpind 1359.3 m²

Korrus/Korruseid 1/1

Seisukord Heas korras

Krundi pind 35300 m²

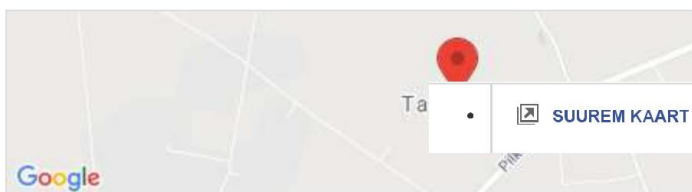
Katastrinumber 79403:006:0271

Kinnistu number 4646004

Energiamärgis -

Andmed kinnistusraamatust

Teata ebakorrektest kuulutusest



TOIMIV LIHATÖÖSTUS KOOS TEHNIKA JA FIRMAGA!

Kogupind 1 359,3 m², kivimaja

Lisainfo: elekter, parkimine tasuta, puurkaev, estakaad, vesi

Köök: köök, külmik, köögimööbel

Sanruum: dušš, lokaalne vesi, ventilatsioon

Küte ja ventilatsioon: tahke kütus, ahjuküte, gaasiküte, konditsioneer, kombineeritud küte

Side ja turvalisus: Internet, telefoninumbreid: 2, video valve, valvesüsteem paigaldatud

Ümbrus: teed heas seisukorras

ASUKOHT

Võta ühendust

Lisa 7 (2)

ca 10 km ja Aoverre ca 9 km. Tartu linn jääb ca 15 km kaugusele.

Juurdepääs kinnistule on lõpuosas ca 1,5 km mööda kruusakattega vallale kuuluvat teed. Kinnistule pääseb üle Juustu või Farmi kinnistu, selleks on seatud kasutuskord. Juurdepääs on rahuldav.

HOONE

Kinnistul paikneb toiduainete tootmis- ja töötlemishoone. Hoone on ühenduses laohoonega Farmi kinnistul. Ehitusel on kasutatud kergplokkke, tellist ja sandwich-paneele. Hoonel on plekk-katus. Kõik on sobilik olemasoleva kasutuse jätkamiseks. Hetkel tegutseb hoones lihatööstus.

Kõrgus 6,5 m

Pikkus 73 m

Laius 36,5 m

Ehitisealune pind 1702,3 m² (allikas: ehitisregister)

Suletud netopind 1359,3 m² (allikas: ehitisregister)

Ruumide hulka kuuluvad kontoriruumid, meeste ja naiste riietusruumid, duširuumid ja WC-d, puhkeruum, labori ruumid, loomade vastuvõturuum ja tapamaja osa, tootmisruumid toiduainete töötlemiseks (jaheruumid, kus on võimalik hoida toiduainete säilitamiseks vajalikku temperatuuri 12-16 C), toiduainete ladustamiseks jaheruumid ja ka sügavkülma ruumid ehk külmutusruumid (-18 kraadi), pesuruum, kompressoriruum, katlamaja vahekoridorid ja abiruumid.

Tootmishoone näol on tegemist osaliselt 1988. aastal ehitatud, teisalt 1998. aastal ehitatud hoonega, mida on käesoleval aastatuhandel jooksvalt kohendatud. Spetsiaalselt toiduainetööstuse tarbeks ehitatud ühekorruseline hoone on rajatud koridorsüsteemis, kust hargnevad erinevad ruumid.

Toiduainetööstuse ruumid erinevad tavalistest tootmisruumidest oma erinõuete poolest, mis on siinkohal ka täidetud. Hoonel on kehtiv kasutusluba toiduainetööstuseks. Järgitud on euronõuetega toiduainetööstusele sätestatud reegleid (nt kogu inventar on roostevabast metallist või tsingitud, surveõhutorustik on läbi hoone roostevaba, steriilsusnõudest tulenevalt on spetsiifilised lingivabad ukssed, ruumid on jagatud tsoonide kaupa lõõvideks jne).

 Võta ühendust

Lisa 7 (3)

seadmeid, olemas on drenaažid.

SÄÄSTA RAHA

Pole vaja hakata väga aja- ja rahakulukaid lube taotlema!

Olemas on punase liha ja linnuliha käitlemisload, veiste, lammaste tapamaja tegevusluba, linnuliha ja punasest lihast tükiliha tootmise load, jahutatud ja külmutatud pakitud ja pakendamata liha tootmise load, liha sulatamise load.

TEHNOVÕRGUD

Vesi tuleb puurkaevust. Olemas on toiduainetööstuseks vajalikud veepuhastus- ja veepehmendussüsteemid. Vee soojendamine on lahendatud jahutusprotseduurist eralduva sooja baasil, vajadusel tsentraalsest küttesüsteemist, elektriboileritest.

Elekter - 220V/380V, peakaitse 100A ja 40 A

Kanalisatsioon on lokaalne. Olemas on settetiigid (settesüsteem kolme biotiigi näol).

KÜTE

Kütmiseks on katlamaja, mis töötab vedelgaasiga, graanulitega, puiduga ja diisliga, samas saab kontoriosa kütta ka külmutusagregaatide jahutussüsteemist eralduva sooja abil (PRIA kaudu on selleks soetatud väga kulukad seadmed).

POTENTSIAAL

Võimalik on osta kompleks olemasoleva tööstusena koos firmaga või rajada sinna uus tootmine. Ümberkaudset maad on ca 3ha, seega ruumi laienemiseks on piisavalt.

Huvi korral võta minuga julgelt ühendust ja räägime täpsemalt!

Meie kogenud maaklerid aitavad Su kinnisvara müüa või sinna üürniku leida. Esmane konsultatsioon on tasuta ja parim teenindus ning

 **Võta ühendust**

**Lisa 8. Tootmisliini masinate tehnilised näitajad ja hinnad ja tootmiskulu
€/l kohta.**

Seade	Hind + transport (€)	Võimsus (kW)	Maksimaalne töötlemise maht t/h	Maksimaalse koguse töötlemise kestvus	Eluiga (a)	Amortisatsioon aastas (€)
Juurvilja pesemisliin (Lettuce washing..., s.a)	4150	2.2	1	1 h	10	415,00
4 tk Kuivatusahi GX- 7HP (Large capacity..., s.a)	10 048	9.8	0.36	40 min	15	669,87
Veski 420B (Professional auto..., s.a)	4700	11	0.5	1 h	10	470,00
2 tk Ultraheli ekstraheeriija UIP2000hdT	50 000	2	0.2	1 h	20	2500,00
Tsenrtifuug PSB-1250 (Hemp essential..., s.a)	17 000	18	2.12	15 min	20	850,00
Masin filtreerimiseks YT-1D (Industrial fil..., s.a)	1709	6	10	1 h	15	113,93
Aurusti (Vacuum ethanol..., s.a)	41 215	16	0.5	1 h	15	2747,67
Hind kokku	128 822					

Kulu liik	Ühe aasta kohta	Tootmiskulu, €/l
Alginvesteering (amortisatsioon)	25961.53	0.2097
Tootmishoone	9000.00	0.0727
Juurvilja pesemisliin	415.00	0.0034
4xKuivatusahi RXH-54-C	498.47	0.0040
Veski 420B	470.00	0.0038
2xUltraheli ekstraheeriija UIP2000hdT	2500.00	0.0202
Tsenrtifuug PSB-1250	850.00	0.0069
Masin filtreerimiseks YT-1D	113.93	0.0009
Aurusti	2747.67	0.0222
Veauto	7699.80	0.0622
Muu	1666.67	0.0135
Tööjõukulud	178221.60	1.4394
Tooraine hind	157136.38	1.2691
Etanool	152544.00	1.2320
Biomassi transport	4592.38	0.0371
Kommunaalid	8934.36	0.0722
Elekter	8934.36	0.0722
Jäätmekäitlus	0.00	0

Lisa 9. Külgakardinaga veok Scania R450 (Autoline..., s.a; lkf.ee, s.a)

Autoline

autoline.ee

Külgakardinaga veok SCANIA R 450 / JUMBO 120 M3 / VEHICULAR + kardinhaagis

93 900 €

Hind ilma KM-ta

115 497 €

Hind koos KM-ga

Mark: SCANIA
Mudel: R 450 / JUMBO 120 M3 / VEHICULAR
Tüüp: külgakardinaga veok
Tootmisaja: 2018
Läbisõit: 373000 km
Maht: 54.68 m³
Tõstejõud: 14200 kg
Omakaal: 11800 kg
Kogumass: 44000 kg
Haagisega
Asukoht: Poola, Bodzentyn
Avaldamise üle 1 kuu
kuupäev:
Autoline'i ID: RB25047



Veoauto SCANIA R 450 / JUMBO 120 M3 / VEHICULAR

Mark: SCANIA
Mudel: R 450 / JUMBO 120 M3 / VEHICULAR
Tüüp: külgakardinaga veok
Tootmisaja: 2018
Läbisõit: 373000 km
Maht: 54.68 m³
Tõstejõud: 14200 kg
Omakaal: 11800 kg
Kogumass: 26000 kg
Kirjeldus
Kütusepaak: 2 tk
Kere
Kere mõõtmed: 7.35 m x 2.48 m x 3 m
Mootor
Tüüp: rida
Võimsus: 450 h.j. (331 kW)
Kütus: diisel
Turbo
Vahejahuti
Maht: 12742 cm³
Euro: Euro 6

Käigukast

Tüüp: automaat

Teljed

Telgede arv: 3
Telje konfiguratsioon: 6x2
Vedrustus: pneumo/pneumo
Rehvisuurus: 315/60 R22.5

Pidurid

Retarder

Kabiin

Tüüp: Streamline
Magamiskoht: 2
Autonoomne küttesead: Webasto
Pardaarvuti
Kliimaseade
Kliimaseade
Pneumoistmed
Automagnetool: CD, MP-3
Külmik
Kiirusehoidik (tempomat)
Sõidumeerik
Spoilerid

Lisavarustus

AdBlue paak

Seisukord

Seisukord: kasutatud

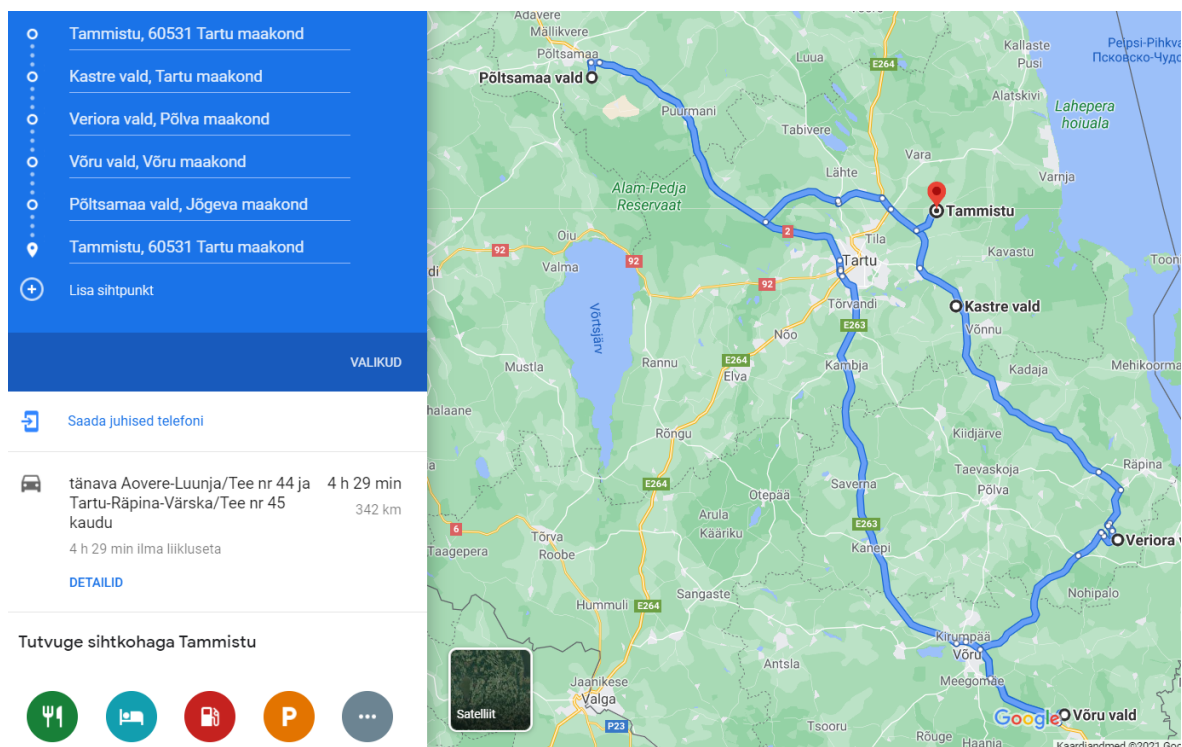
Liikluskindlustuse võrdlus

SCANIA R450

08.05.2021 14:49

Kindlustusandja	1 kuu	3 kuud	6 kuud	1 aasta
BTA	Tehniline viga	Tehniline viga	Tehniline viga	Tehniline viga
ERGO	Tehniline viga	Tehniline viga	Tehniline viga	Tehniline viga
Gjensidige	Hinna saamiseks klikki seltsi nimel			
If	271 €	502 €	1 110 €	2 206 €
Inges	1 509 €	3 125 €	6 320 €	11 989 €
PZU	700 €	1 185 €	2 304 €	4 630 €
Salva	1 307 €	3 164 €	5 873 €	13 075 €
Seesam	389 €	815 €	1 460 €	2 915 €

Lisa 10. Tammistu-Kastre-Veriora-Võru-Põltsamaa marsruut (Google Maps, 2021; autori koostatud)



Lisa 11. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Liina Kuusik,

(autori nimi)

sünniaeg 02.02.1994,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Kartuli jääkide tekkimine ja nende väärindamise võimalus Lõuna-Eestis,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on Rando Värnik,

(juhendaja(te) nimi)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor /allkirjastatud digitaalselt/

(allkiri)

Tartu, 13.05.2021

(kuupäev)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Rando Värnik /allkirjastatud digitaalselt/

(juhendaja nimi ja allkiri)

13.05.2021

(kuupäev)